86-1/2, 24 januari, verschijnt 2x per maand, ƒ 7,75/BF 150

Submicrometer-technologie, VHSIC, BICMOS, UHF/bipolair

Mega-project, GaAs-IC's, Langmuir-Blodgett-films ...

Elektronenbundel als meetpen voor IC's

ELEKTRONICA

Themanummer:
Halfgeleiders van morgen

VAKTIJDSCHRIFT VOOR DE ELEKTRONICUS

CAD MOBIEL PCB lay-out...

Sneller, Nauwkeuriger en Efficiënter!

El-Contronic CAD MOBIEL SERVICE:

* Van schema tot proefprint na 5 werkdagen.
* Inclusief boorbanden en overige produktie-documenten.
* Gegevensinvoer aan uw eigen bureau; vertrouwelijk en flexibel.
* Filmproduktie d.m.v. **Laser** Plotter
* Gunstig in prijs.

el-contronic bv
CAD MOBIEL SERVICE

El-Contronic bv
Rembrandtlaan 36
Postbus 351
3720 AJ Bilthoven
Telefoon (030) 791504
Telex 40595

COLOFON

24 januari 1986
34e jaargang

ELEKTRONICA

VAKTIJDSCHRIFT VOOR DE ELEKTRONICUS

Uitgave van:
Kluwer Technische Tijdschriften BV
postbus 23, 7400 GA Deventer
tel.:(05700) 91911, telex:49540
verschijnt 21 × per jaar.

Uitgever:
H.N.J. Jansen
Redactie:
Hoofdredactie: E.Th. Stavenuiter, ing. H.H.W.M. de Vries (adj.)
Eindredactie: J.C. Meijer, H.J.A. Klappe (05700) 91470
Kernredactie: ing. E.Th. van Gelder, ing. R.A. Keijzer, ing. A.H. Verbunt
Redactie-assistente: Mej. D. Kaauw (05700) 91374
Centrale Redactie KTT: ing. J.E. Boswijk.
Medewerkers:
N. Baayens, R. Bakker, A.M. Bijnen, drs. R.C. Chömpff, ir. J.P.C. van Gennip, ir. F.H.J.F. Janssen, drs. W.D.M. Janssen, L.P. de Jong, M. Jungerling, G. Kooren, J. Kosterman, H. Leydens, E.H. Nordholt, ing. Th.W. Polet, D.J.W. Sjobbema, F.A.S. Sterrenburg, J. Stevens, M.v.d. Ven, D. Winia.
Correspondenten:
Atlantic News Association (VS), dr. W. Baier (West-Duitsland), B. Dance (Engeland), J. Gee, (Frankrijk), H. Dennert (Japan), W. Roth (West-Duitsland), H. Saeys (België), M. Verstrepen (België).
Advertenties:
05700-91476 (M. Flameling),
05700-91471 (H. Smienk)
Advertentie-opdrachten worden uitgevoerd overeenkomstig onze leveringsvoorwaarden gedeponeerd ter Griffie van de Arrondissementsrechtbanken en de Kamers van Koophandel.
Abonnementen en losse nummers:
Jaarabonnement: Nederland f 105 (incl. BTW)
België F 1890 (incl. BTW)
Buitenland op aanvraag.
Losse nummers: Nederland f 7,75 (incl. BTW)
België F 150 (incl. BTW)
Elektronica is uitsluitend op abonnementsbasis verkrijgbaar. Een abonnement loopt van januari t/m december en kan elk gewenst moment ingaan.
Betaling:
Nieuwe abonnees ontvangen een stortings-acceptgirokaart.
Opzegging abonnementen:
Beëindiging abonnement kan uitsluitend schriftelijk geschieden, uiterlijk 2 maanden voor het einde van het kalenderjaar, nadien vindt automatisch verlenging plaats.
Telefoonnummers:
Losse nummers + opgave abonnementen 05700-91473
Adreswijzigingen + betalingen 05700-91481

België:
Verantwoordelijk uitgever voor België:
H.N.J. Jansen, p/a Van Putlei 33, 2000 Antwerpen
Besteladres:
Van Putlei 33, 2000 Antwerpen, tel.: 03-2387986.

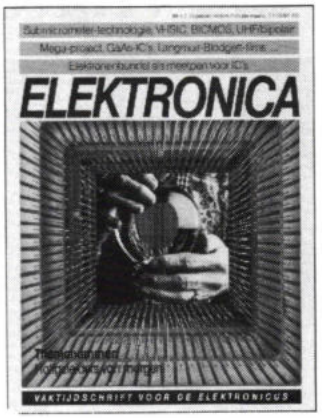
„Het auteursrecht t.a.v. de redactionele inhoud van dit tijdschrift wordt voorbehouden.
Ongeautoriseerde verveelvuldiging en/of openbaarmaking van het geheel of gedeelten daarvan op welke wijze ook is verboden" ©1986.

„Het verlenen van toestemming tot publikatie in dit tijdschrift houdt in dat de auteur de uitgever, met uitsluiting van ieder ander, onherroepelijk machtigt de bij of krachtens de Auteurswet door derden verschuldigde vergoeding voor kopiëren te innen of daartoe in en buiten rechte op te treden en dat de auteur er mee instemt dat de uitgever deze volmacht overdraagt aan de door auteurs- en uitgeversvertegenwoordigers bestuurde Stichting Reprorecht, tot welke overdracht de uitgever zich zijnerzijds verbindt - en dat deze Stichting aan de te innen gelden een in overeenstemming met haar statuten en reglementen bepaalde bestemming geeft".

lid NOTU, Nederlandse Organisatie van Tijdschrift-Uitgevers; lid FPPB, Federatie van de Periodieke Pers van België
ISSN 0168-7840.

INHOUD

De omslagfoto:
Een kristallen bol die in een stukje van haar geheimen prijsgeeft, ingelijst in een 173-pens gate-array, symboliseert de titel van dit themanummer: „Halfgeleiders van morgen". Nu hebben voorspellingen vaak de neiging om niet uit te komen. In de techniek is het echter een bekend gegeven dat het op de markt verschijnen van produkten geruime tijd naijlt op wat zich afspeelt binnen de muren van de laboratoria. Zo wordt momenteel hard gewerkt aan het marktrijp maken van de submicrometertechnologie. Een keur van recente informatie over zulke grensverleggende ontwikkelingen in de dynamische halfgeleiderwereld is gebundeld in dit dubbelnummer. Voor de „dubbele inlijsting" van de omslagfoto tekende Honeywell Inc.



ACTUEEL

ACTUEEL 8
Zakennieuws 14
Personalia 14
Agenda 17

THEMANUMMER

HALFGELEIDERS VAN MORGEN

Uitdaging van de submicrometers
Kanttekeningen bij halfgeleiderevolutie 6

Philips zet vaart achter Mega-project
Tussenbalans van technologische vorderingen 21

Oogstjaar voor VHSIC en GaAs-IC's
Voorboden van krachtige halfgeleidergeneraties 29

Moleculaire elektronica: zand, zeep en ...
Veel mogelijkheden met Langmuir-Blodgett-films 53

Symbiose in silicium
Analoog en digitaal in UHF/bipolair en BICMOS 61

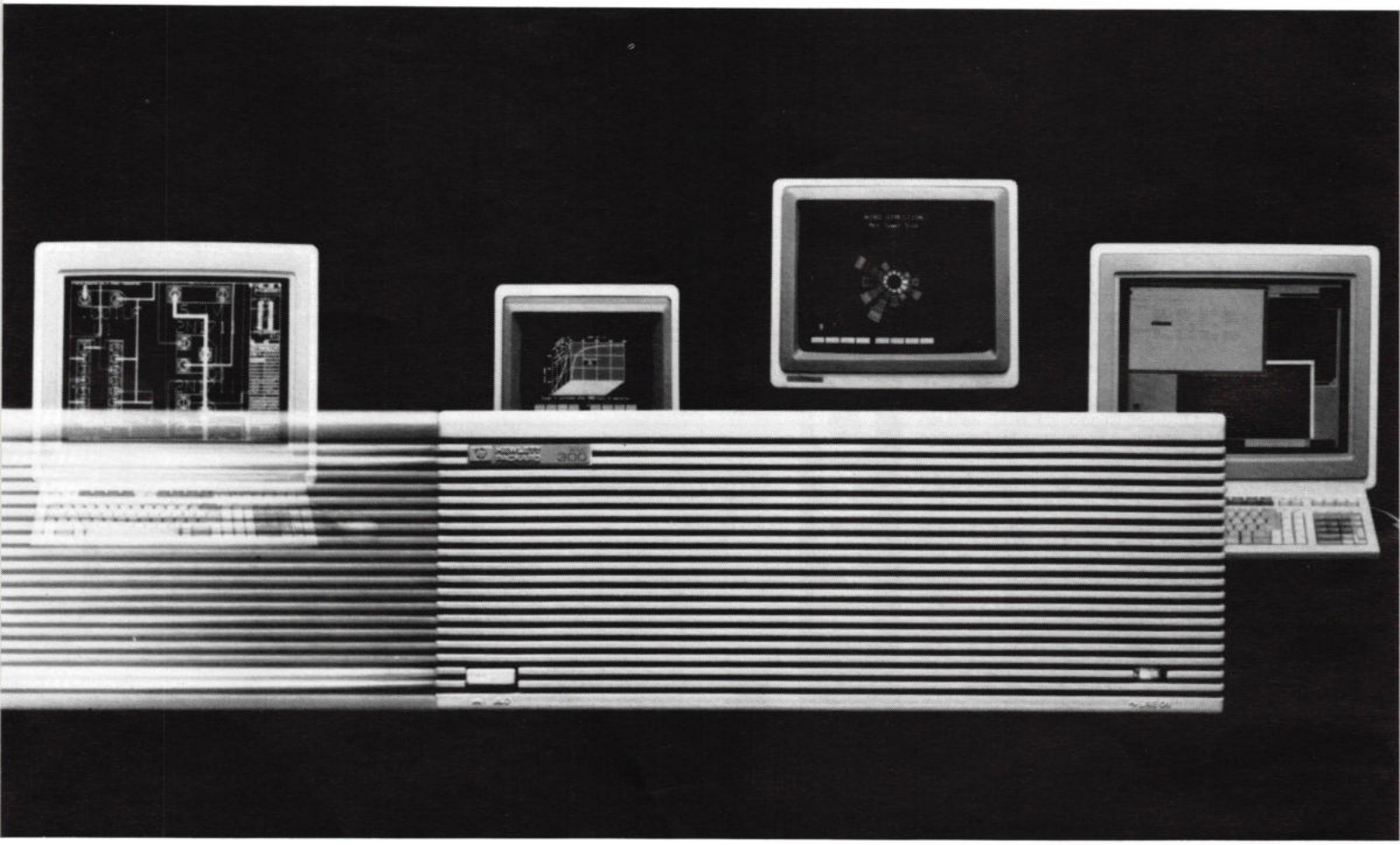
Elektronenbundel als meetpen voor IC's
Elektronische functies in het binnenste van het IC geanalyseerd. 75

PRODUKTEN

PRODUKTINFORMATIE 59

OOK OP VIDITEL
ELEKTRONICA
PAG.*230511#

Alle vrijheid bij CAE en CAD toepassingen...



...met dit modulaire werkstation

Wat er ook wijzigt, vanaf vandaag weet u hoe uw computersysteem altijd mee kan groeien. Er is nu een technisch werkstation, dat modulair van opbouw is en dus gemakkelijk valt uit te breiden.

Keuze mogelijkheden

De Serie 300 biedt u twee CPU's, één gebaseerd op de 10 MHz MC68010 16/32-bit processor, en de ander met de 16,6 MHz MC68020 32-bit processor.

Voor de monitor kunt u kiezen uit kleur of monochroom en uit 12, 17 en 19 inch beeldschermen, allemaal met hoge resolutie. Alle modulen van deze serie zijn onderling uitwisselbaar, waardoor uw huidige investering ook in de toekomst haar waarde behoudt.

Pascal, Basic en HP-UX*

Verschillende programmatalen zijn te gebruiken met de Serie 300 werkstations. Daarbij zijn er software pakketten voor elektrotechnische en werktuigbouwkundige toepassingen. Op hetzelfde systeem kunt u tevens de bijbehorende administratie door middel van bijvoorbeeld tekstverwerking en/of spreadsheets verzorgen.

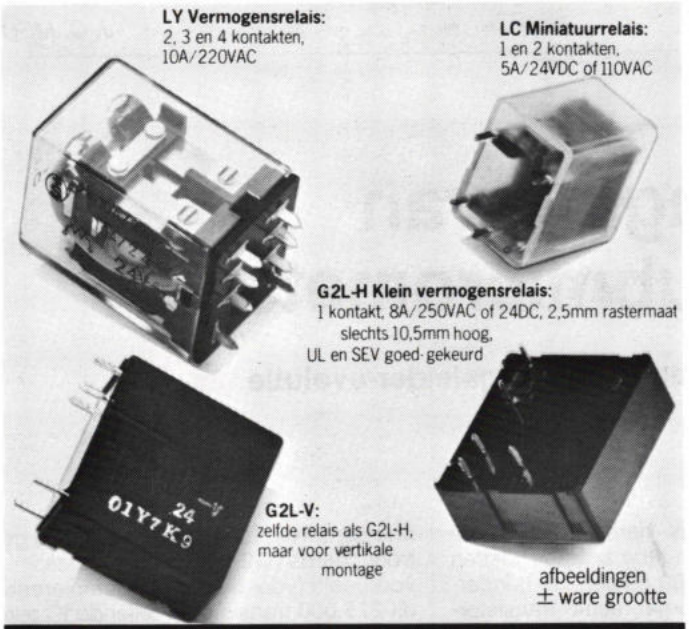
Het systeem biedt ook netwerkfaciliteiten en aansluiting aan verschillende soorten randapparatuur zoals harddisk-units, printers en plotters. Voor besturing van elektronische instrumentatie kunt u van hetzelfde systeem gebruik maken. Combineer dit met Hewlett-Packard's veelomvattende service en ondersteuningsfaciliteiten en u heeft een aantal extra redenen om aan dit systeem, dat zo gemakkelijk valt aan te passen, de voorkeur te geven.

Vraag dokumentatie aan! Antwoordnummer 57, 1180 VB Amstelveen.
Of bel 020-5476911.

*HP-UX is Hewlett-Packard's implementatie van Unix. Unix is een handelsmerk van AT&T Unix.

HEWLETT PACKARD

Geen woorden, maar produktiviteit.



PRINTRELAIS?
Maak uw keuze...

Meer dan 50 jaar ervaring en research maken Carlo Gavazzi Omron tot dé specialist in relais. Universeelrelais, miniatuur relais, vermogensrelais, kamrelais, sperrelais, reedrelais, alles voor gedrukte schakelingen en andere industriële toepassingen ... U noemt het, Carlo Gavazzi Omron heeft het. Getest en wel. Tot ver boven de opgegeven specifikaties. Daar kunt u op bouwen.

Als u meer informatie wenst over onze printschakelaars, vul dan onderstaande bon in en zend deze in een ongefrankeerde enveloppe naar:

CARLO GAVAZZI
OMRON

Antwoordnummer 409
1000 SE Amsterdam

JA! Zend mij meer informatie over printrelais!

Naam _____ Funktie _____

Afdeling _____

Bedrijf _____

Straat _____

Postkode/Plaats _____

Telefoon _____

PCB/EA/1

COMPONENTEN?
ELPROMA!

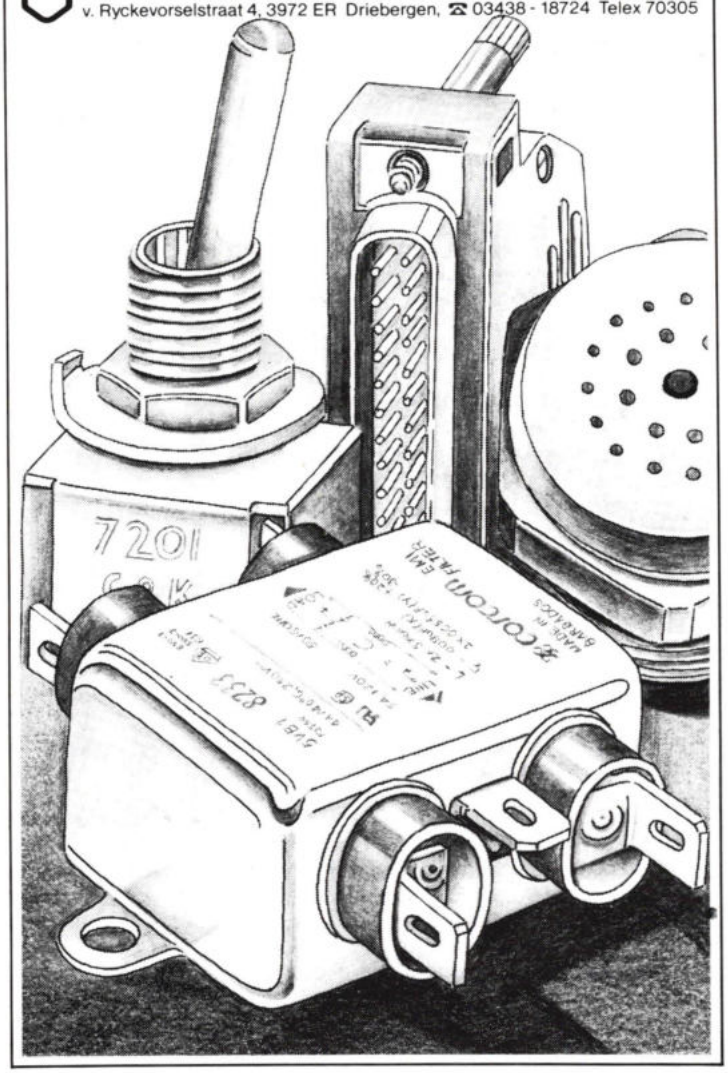
Grote voorraad
48 uur service
Gratis monsters
Gespecialiseerd
Kwaliteit
Bovendien:

krijgt u bij ons direkt de juiste man aan de lijn.

Leveringsprogramma: Connectoren, Schakelaars, Filters, Buzzers, Breadboards, Mini-circuitbreakers, Leds, Dataswitches.

Vertegenwoordigingen: C&K • Corcom • Contact • Imo • H&T • Fabrilec • Mec • Teka • Wisher • STM • Wustlich • Porta Data • Nikko • Ceep.

ELPROMA BV
v. Ryckevorselstraat 4, 3972 ER Driebergen, ☎ 03438 - 18724 Telex 70305



J. C. MEIJER

Uitdaging van de submicrometers

Kanttekeningen bij halfgeleider-evolutie

Rationalisatie, vermindering van materiaalverbruik en kostenverlaging bij verbetering van prestaties zijn al zo oud als de elektronica zelf. Ruim voor de tweede wereldoorlog, toen dit vakgebied nog simpel „radiotechniek" heette, construeerde de industrie al gecombineerde „radiolampen". Triode met heptode of hexode, duodiode-penthode of triode-eindtetrode (!) waren combinaties die op dezelfde „kneep" en in dezelfde „ballon" werden aangebracht. In feite was hier al sprake van de eerste geïntegreerde componenten. Veel later, in 1959, lukte het de Amerikanen *Jack Kilby* en *Robert Noyce* vrijwel gelijktijdig een dergelijk kunststuk in vaste stof te herhalen, nauwelijks een decennium na de uitvinding van de transistor. Zij zagen kans op een klein schijfje silicium een paar transistoren en weerstanden tot een echte geïntegreerde schakeling te combineren. Op dat moment waren de afmetingen en ook de prijzen van de inmiddels zeer volwassen elektronenbuizen aanzienlijk geslonken. Noodgedwongen waren buizen toch veel groter dan een schijfje silicium. Tot meer dan drie systemen per buis is het bovendien nooit gekomen. Alleen al voor wat de complexiteit en de afmetingen betreft, was het vertrekpunt van de eerste geïntegreerde halfgeleiderschakeling dus veel gunstiger dan het eindstadium van de buizentechniek. De micro-elektronica was daarmee geboren en heeft al snel met zevenmijlslaarzen leren lopen. Voorname drijfveren: rationalisatie, vermindering van materiaalverbruik en kostenverlaging bij verbetering van prestaties.

Tegen het einde van de jaren zestig was er buiten silicium waarschijnlijk geen ander materiaal te vinden waarvan alle fysische eigenschappen zo uitvoerig waren onderzocht. Aan het begrip micro-elektronica werd vorm gegeven met lithografische structuren van om en nabij 18 μm. Men was toen in staat al vele honderden transistoren op een siliciumkristal te integreren. Al naar gelang de complexiteit vond een onderverdeling plaats in SSI, MSI en LSI, afkortingen voor respectievelijk *small-scale*, *medium-scale* en *large-scale integration*. Om kort te schetsen wat toen, aan het begin van het LSI-tijdperk, op het punt van kostenverlaging was bereikt: De eerste discrete (germanium-) transistoren kostten in 1951 ongeveer 300 gulden; de honderden in één IC ondergebrachte transistorfuncties kostten omstreeks 1970 nog maar enkele centen per stuk.

OVERTREFFENDE TRAPPEN

Toch was, zoals we weten, LSI nog maar een begin van een ontwikkeling naar overtreffende trappen van kleiner, complexer, sneller, goedkoper en, niet in de laatste plaats, betrouwbaarder. Toekomstvoorspelling, of zo men wil „wetenschappelijke extrapolatie van feitelijke ontwikkelingen", groeide uit tot een geliefde bezigheid van halfgeleiderspecialisten en marktvoorspellers. Zo schreef *Gordon Moore*, samen met de eerdergenoemde Robert Noyce grondlegger van *Intel*, geschiedenis door zijn voorspelling dat de complexiteit van IC's jaarlijks ongeveer zou verdubbelen („wet van Moore"). Tot het einde van de jaren zeventig heeft de feitelijke ontwikkeling de lijn van deze voorspelling vrij nauwkeurig kunnen volgen. Daarna is het groeitempo van de complexiteit merkbaar vertraagd.
Uit het feit dat Moore zijn voorspelling deed in termen van bits-per-behuizing, volgt dat hij doelde op regelmatige geheugenstructuren. Daarmee is immers een optimaal oppervlakterendement te behalen. Toch groeide ook bij de „moeilijkere" microprocessoren vanaf 1970 het aantal componenten per behuizing met een factor 4 per drie jaar.

Ruim voor het begin van het huidige decennium werd de complexiteit al geschreven in tienduizenden transistorfuncties per behuizing en voelde men behoefte aan een overtreffende trap van LSI; het tijdperk van VLSI ofwel *„very large scale integrated circuits"* was aangebroken. En daarmee tevens het tijdperk van het oplossen van steeds grotere problemen, waarover aanstonds enkele opmerkingen. Eerst blikken we even terug op wat de periode 1970 ... 1985 heeft opgeleverd ten aanzien van de kosten per transistorfunctie en de systeembetrouwbaarheid.

STEEDS BETER EN GOEDKOPER

In 1970 kostte elke in een digitaal IC geïntegreerde transistorfunctie nog ongeveer drie cent. Nemen we Intel's onlangs geïntroduceerde 32-bit microprocessor als voorbeeld (voor de eerste exemplaren van dit 275 000 transistoren tellende IC rekent de fabrikant ongeveer 300 dollar), dan blijkt dat de prijs per transistor in vijftien jaar tijd met ongeveer een factor 1000 is gekelderd. Hieruit volgt een gemiddelde jaarlijkse verbetering van ongeveer 37%.

Tegelijkertijd werd de betrouwbaarheid circa 240 maal groter (volgens een berekening die uitgaat van een systeem met 100 000 logica-poorten) en daalde ook de vermogensdissipatie drastisch. Veelzeggend is de vergelijking met een auto. Zou de automobielindustrie in een zelfde evolutie zijn geslaagd, dan zou een „middenklasser" momenteel nog geen twintig gulden kosten, over 300 kilometer één liter brandstof gebruiken en maar liefst 1700 jaar meegaan.

TECHNOLOGISCHE DOORBRAKEN

Sleutel tot het geschetste succes was zeker de evolutie naar steeds kleinere structuren. In de afgelopen vijftien jaar zag de halfgeleiderindustrie kans de kleinste lithografische details in standaard produktieprocessen van 18 μm tot 2 μm terug te brengen. Sommige huidige produkten duiken zelfs al duidelijk onder deze grens. Niet alleen de eigenlijke lithografische processen, het overbrengen van de structuren op het silicium, maar alle stappen van het fabricageproces ondergingen een revolutie.

Tot omstreeks 1970 dreef de industrie op processen als verontreinigingsdiffusie en fosforpassivatie, die aan het eind van de jaren vijftig te zamen met de planaire technologie (een vinding van *Hoerni*, bij *Fairchild)* de stoot gaven tot de ontwikkeling van geïntegreerde schakelingen. Technologische doorbraken van de jaren zeventig waren dotering door ionenimplantatie in plaats van door diffusie en de aflossing van natte etsprocédé's door droge plasma-procédé's. Al snel was duidelijk dat 1 : 1 contactbelichting van de totale wafer onbruikbaar zou zijn voor structuren kleiner dan ongeveer 1,5 μm. Apparaten voor stapsgewijze 1 : 10 projectiebelichting (repeteerprojectoren of „wafersteppers") losten ook dit probleem op. Een andere door-

INTRO

braak was de zeer nauwkeurige vervaardiging van maskers door schrijvende elektronenbundels. Grote vooruitgang boekte men voorts bij de theoretische modelvorming van transistoren.

Werden de lithografische structuren steeds kleiner, er namen ook een paar zaken sterk in omvang toe. Hadden de eerste IC's een oppervlakte van slechts een paar vierkante millimeter, de huidige VLSI-kristallen meten doorgaans tussen 40 en 100 mm^2. Om toch voldoende IC's op een wafer te kunnen onderbrengen, koos men ook de wafer-formaten steeds groter, in een oplopende reeks van 1-inch, 2-inch tot en met 6-inch diameters. Niet in de laatste plaats, is thans met elke kleine vooruitgang een veelvoud van de vroegere investeringen gemoeid.

Met grote passen zijn we nu door de halfgeleidergeschiedenis gestapt, zonder stil te staan bij tal van belangwekkende zaken. Zo hebben we geen aandacht besteed aan verschillen tussen bipolaire en unipolaire technologieën, digitale en analoge schakelingen, de opkomst van galliumarsenide en de uitzonderlijk complexe fabricageproblemen die de technologen in de loop der tijd wisten te overwinnen. Verschillende facetten daarvan komen elders in dit themanummer ter sprake.

IN HET TEKEN VAN DE ASIC'S

Op belangrijke punten als pakkingsdichtheid en vermogen-snelheidprodukt levert omschaling naar kleinere structuren in principe kwadratische voordelen op. Helaas gaan die voordelen echter samen met problemen waarvan ook de moeilijkheidsgraad bepaald meer dan lineair toeneemt. Bij het extrapoleren van de ontwikkelingslijn zal het over vijf jaar mogelijk zijn bijna tien miljoen transistoren in één IC te integreren. Dit bij een nogmaals sterk verbeterde betrouwbaarheid en een drastisch gedaalde prijs per transistor.

Los van de vraag of dit tijdschema geheel realistisch zal blijken en afgezien van alle nog op te lossen fabricageproblemen, resteert hier tenminste één overheersend probleem. Destijds, aan het begin van het VLSI-tijdperk, werd dit als volgt geformuleerd: ,,Wat te doen met een paar honderdduizend transistoren? Thans, op de drempel van het submicrometer-tijdperk, heeft deze ogenschijnlijk misschien ondergeschikte kwestie bijna traumatische proporties aangenomen. Immers, één miljoen of (veel) meer transistoren kunnen aanbrengen op een klein stukje silicium is één ding. Het zodanig onderling verbinden van alle componenten dat elke component een nuttige functie vervult in een zinvol systeem, is een vraagstuk van geheel andere orde.

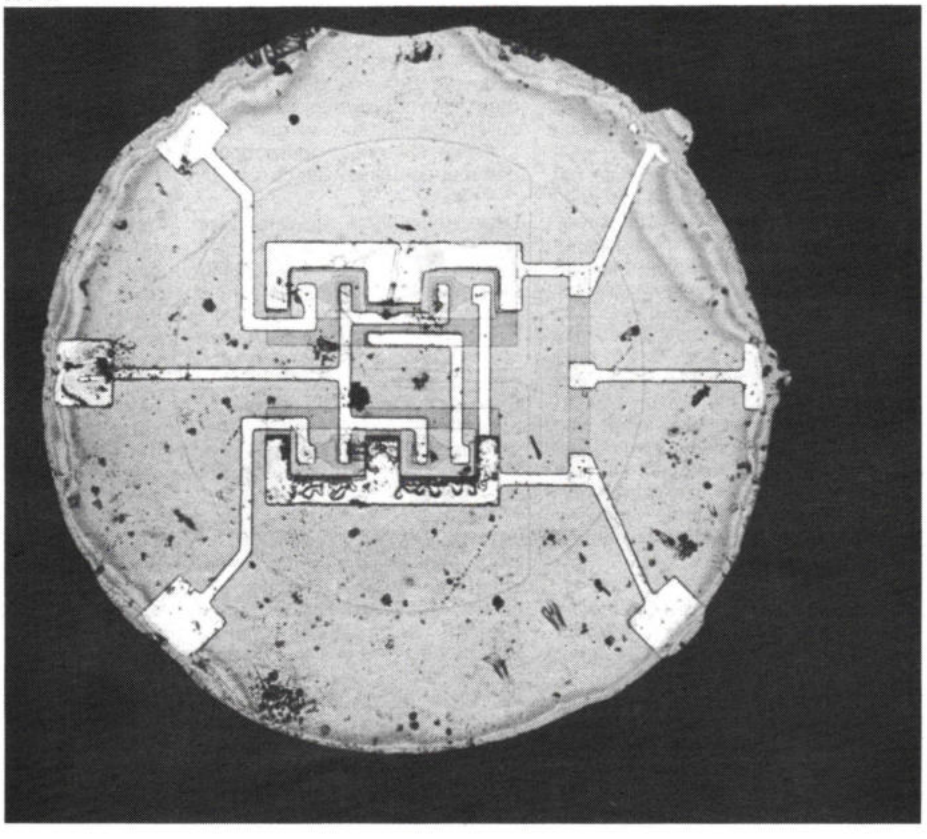
Naarmate de complexiteit van een systeem groter wordt, neemt vrijwel altijd de algemene toepasbaarheid af. Uitzonderingen vormen geheugens en algemene microprocessoren, welke laatste steeds van de toegenomen pakkingsdichtheid konden profiteren door uit te groeien van 4-bit naar 32-bit componenten. Voor vrijwel alle overige VLSI-produkten geldt dat ze applicatie-specifiek zijn, hetzij bestemd voor toepassing in massaprodukten (bijvoorbeeld consumentenelektronica) hetzij voor kleinschaliger gebruik in systemen waarin de voordelen van VLSI tegen de kosten opwegen. De jaren tachtig staan voor de halfgeleiderindustrie dan ook vooral in het teken van klanten-specifieke en applicatie-specifieke IC's. Intussen is hiervoor de bruikbare verzamelnaam ASIC's *(application-specific integrated circuits)* in opkomst. Gatearrays, standaardcellen en volledig specifieke IC's eisen een groeiend aandeel in de produktiecapaciteit.

CREATIVITEIT

Ondanks alle daarop afgestemde computer-ontwerphulpmiddelen, overtreft inmiddels het vermogen tot fabriceren de capaciteit om fabriceerbare VLSI-ontwerpen te genereren. Zo is momenteel volgens een recente statistische berekening slechts één IC-ontwerper beschikbaar om de wensen van honderd systeemontwerpers in silicium te gieten (wereldgemiddelde). Juist het uit de weg ruimen van dit knelpunt is één van de belangrijkste voorwaarden om zinvolle ideeën voor uitzonderlijk complexe submicrometer-structuren om te zetten in fabriceerbare ontwerpen. Oplossingen voor deze ontwerpcrisis moeten van twee kanten komen. Enerzijds door het opleiden van voldoende IC-ontwerpers van hoog gehalte. Anderzijds door het ,,bevriezen'' van nog meer specialistische kennis in geavanceerde en toegankelijke ontwerpprogrammatuur. Door distributie van zulke programmatuur naar de afnemers kunnen daar vele minder gespecialiseerd opgeleide IC-ontwerpers aan de slag.

Inspelend op deze ontwikkeling zal de op ASIC's gerichte halfgeleiderindustrie dan ook in snel tempo moeten verderbouwen aan een infrastructuur die een optimale communicatie met de afnemer garandeert. Hoezeer dit noodzakelijk is, demonstreren de volgende cijfers. In 1984 werd in de Verenigde Staten nog driekwart van alle niet-standaard-IC's door de fabrikant zelf ontworpen. Men verwacht echter dat omstreeks 1990 ongeveer 90% van alle ASIC-ontwerpactiviteiten ,,bij de afnemer thuis'' zal plaatsvinden. Ook indien we erin slagen vrijwel het gehele ontwerptraject verregaand te automatiseren, dan blijven op het hoogste niveau in de ontwerphiërarchie nog een paar punten over die zich nauwelijks voor automatisering lenen. Het oorspronkelijke idee voor een origineel produkt, de keuze van de systeemarchitectuur en het vastleggen van de gewenste produktspecificaties blijft immers vooralsnog mensenwerk. Meer dan alle nog op te lossen technologische problemen, is dit creatieve aspect misschien wel de grootste uitdaging van het submicrometer-tijdperk. □

Uit een stoffig verleden: een van de eerste voor commerciële doeleinden vervaardigde digitale geïntegreerde schakelingen. Deze schakeling van halfgeleiderpionier Fairchild is een ,,set/reset''-flipflop, uitgevoerd in RTL-logica (Resistor Transistor Logic) en werd in 1961 geïntroduceerd.



Rijkspolitie vernieuwt landelijk verbindingsnet

DELFT – De Minister van Justitie mr. F. Korthals-Altes heeft op 9 december een contract getekend met Koning en Hartman Elektrotechniek BV te Delft voor de levering van een radionetwerk ter vervanging van de meer dan 15 jaar oude landelijke netten 'Alex' en 'Peter'. Met dit project, dat in fasen zal worden uitgevoerd, is een bedrag gemoeid van enkele tientallen miljoenen guldens. Het net zal eind 1989 operationeel zijn.

De eerste fase betreft het realiseren van een nieuw werknet ten behoeve van de landelijk opererende diensten van het Korps Rijkspolitie (Algemene Verkeersdienst, Rijkspolitie te Water en Dienst Luchtvaart). Ook de Centrale Recherche Informatiedienst (CRI) en de Veiligheidsdienst Koninklijk Huis (VDKH) kunnen in deze eerste fase van het net gebruik maken. De ontwikkelingen in de elektronica maken het mogelijk in te spelen op de veranderende behoeften en inzichten op het operationele vlak. Het netwerk voldoet niet alleen aan de eisen die de hedendaagse samenleving aan de politie stelt, maar biedt bovendien mogelijkheden om toekomstige behoeften op een flexibele wijze in te passen.

Om een goede samenwerking tussen de gemeentelijke politiekorpsen en de Rijkspolitie te kunnen waarborgen, is het nieuwe netwerk ook voorbereid om verbindingen tot stand te brengen tussen de verschillende korpsen onderling, terwijl op eenvoudige wijze regionale netten kunnen worden geformeerd.

EISEN

Een door de Algemeen Inspecteur van het Korps Rijkspolitie ingestelde begeleidingscommissie heeft de operationele eisen opgesteld, waaraan het werknet zou moeten voldoen. Een van de belangrijkste eisen was de mogelijkheid tot snelle communicatie en optimale bereikbaarheid van individuele deelnemers of groepen deelnemers. Dat heeft geresulteerd in een automatisch werkend radionet zonder de noodzaak van tussenkomst door communicatie-operators. Een andere eis was dat het netwerk niet alleen geschikt dient te zijn voor verbale communicatie, maar ook voor datacommunicatie, bijvoorbeeld voor het raadplegen van computerbestanden. Ook zal het mogelijk zijn op een centraal punt de inzetbaarheid van vaar-, voer- en vliegtuigen van de landelijke diensten door middel van databerichten te registreren.

Op basis van de gestelde eisen is aan een achttal firma's verzocht een globale offerte uit te brengen. Uit deze offertes werden drie bedrijven geselecteerd, die door de begeleidingscommissie werden uitgenodigd voor een hoorzitting om nadere toelichting te verstrekken op de ingediende offerte. Met de uiteindelijke keuze van Koning en Hartman heeft de begeleidingscommissie haar taak beëindigd en de verdere uitvoering overgedragen aan een inmiddels door de Minister van Justitie ingestelde Stuurgroep Landelijke Netten.

Toegesneden op de specifieke eisen van de politie, maar gebaseerd op een eigen ontwikkeling, zal Koning en Hartman nu het netwerk gaan leveren. Het bedrijf heeft zowel nationaal als internationaal een ruime ervaring op het gebied van radio- en datacommunicatie en heeft bijvoorbeeld het huidige Alexnet in de jaren zestig gerealiseerd. Vele politie- en brandweerkorpsen in Nederland beschikken over verbindingsapparatuur van Koning en Hartman. Deze referenties, de goede reputatie van het bedrijf en het feit dat ontwikkeling en produktie in Nederland plaatsvinden, waren de doorslaggevende argumenten om de keuze op Koning en Hartman als leverancier te laten vallen.

STEUNPUNTEN

Omdat een van de eisen was, dat op het net aangesloten politie-eenheden in het hele land moeten kunnen opereren, wordt het netwerk landelijk dekkend uitgevoerd. Dat betekent dat iedere deelnemer of zelfs groepen van deelnemers te allen tijde bereikbaar moeten zijn, waar die zich ook bevinden. Op meer dan 120 lokaties in ons land zullen steunpunten worden geïnstalleerd, die elk een gebied bedienen met een straal van ca. 20 km.

Deze steunpunten zijn verbonden met over het hele land verspreide digitale schakelcentrales, waarmee radioverbindingen tot stand worden gebracht tussen mobiele deelnemers onderling en tussen mobiele deelnemers en communicatie-operators.
Een nog nader te bepalen aantal politiemeldkamers krijgt de beschikking over faciliteiten om lokale, regionale en landelijke acties te coördineren.

AUTOMATISCH

Het radiocommunicatiesysteem staat bekend onder de naam Processor Controlled Digital Switch (PCDS). Met dit systeem krijgt de Rijkspolitie de beschikking over computerbestuurde schakelcentrales. Een belangrijke eigenschap van het systeem is dat continu wordt geregistreerd in welk gebied elke mobiele deelnemer zich bevindt. Op grond van deze informatie kiest het systeem de juiste steunpunten voor het uitzenden van de radio-oproep. Indien een mobiele deelnemer in een nieuw oproepgebied terecht komt, worden signaleringen uitgewisseld op basis waarvan de mobilofoon automatisch op het juiste kanaal wordt afgestemd. Deze faciliteit wordt ook wel *cell switching* genoemd. De mobiele deelnemers zijn niet gebonden aan vaste kanalen, maar het systeem kiest zelfstandig een vrij kanaal uit de in totaal 18 beschikbare kanalen. Deze zo karakteristieke eigenschap – beter bekend als trunking – verhoogt de capaciteit voor verwerking van het radioverkeer in aanzienlijke mate.

Inl.: Koning en Hartman Elektrotechniek BV, postbus 125, 2600 AC Delft (015) 609906.

De ondertekening van het contract voor het nieuwe verbindingsnet van de Rijkspolitie. V.l.n.r. drs. Andringa, directeur van het Rijksinkoopbureau, Minister van Justitie mr. F. Korthals Altes en de directeur van Koning en Hartman J.W. Nijenhuis.

Afstudeerproject zet vraagtekens bij overheidssteun

ENSCHEDE – Sinds het tumult rond RSV en een aantal andere grote industrieën die door overheidssteun op de been werden gehouden, is de overheid met het subsidiebeleid een andere koers gaan varen. Er vond een ommezwaai plaatsvan steun aan noodlijdende bedrijven naar aandacht en faciliteiten voor kansrijke – veelal high-tech – industrie. Tijdens hun afstudeerwerk hebben Eefke Smit en Eric Loontjens onderzoek gedaan naar deze wijziging in het overheidsbeleid. Het onderzoek vond plaats binnen de afdeling der Bestuurskunde, onder leiding van de hoogleraren Ruiter en Kreiken.

Duidelijk voorbeeld van de nieuwe beleidslijn is de 190 miljoen gulden steun die beschikbaar kwam voor het megaproject van Philips en Siemens.
In hun verslag vragen Smit en Loontjens zich af of deze hulp aan kansrijke high-teech wel zo goed is overwogen. Zij analyseren daartoe de chipsindustrie en de mogelijkheden voor de geheugenchips in de Nederlandse industrie. Uit de analyse blijkt dat er wellicht een technologisch succes is te behalen; de kans op goede commerciële resultaten is echter klein. Gezien de hoogte van de subsidiebedragen noemen de beide onderzoekers dat een onaanvaardbaar gegeven.

Kodak betreedt glasvezelmarkt

DRIEBERGEN - Kodak heeft plannen om de markt voor glasvezels te betreden. Dit zal gebeuren via de hiervoor opgezette afdeling *Lamdak Fibre Optics*. Deze afdeling zal een deel uitmaken van de Diversified Technologies Groep in de Photographic and Information Management Division (PIMD) van Kodak.
De eerste produkten zullen een precisie-connector en aanverwante produkten voor enkelvoudige glasvezels zijn, die ter plaatse kunnen worden geïnstalleerd. De connector maakt gebruik van asferische glaslenzen voor het verbreden van de lichtbundel. De connector zal eind 1985 in de Verenigde Staten en Canada leverbaar zijn en eind 1986 in een aantal andere landen.

Inl.: Kodak Nederland BV, postbus 1000, 3970 BA Driebergen-Rijsenburg (03405) 99911.

ACTUEEL

Volgens rapport IRD:

Communicatie-chips zullen IC-markt domineren

NORWALK – Maar heel weinig mensen geloven dat 1985 een goed jaar voor de halfgeleiderindustrie zal zijn. Maar de markt voor communicatie-IC's zal de rest van deze decade een gemiddelde groei vertonen van 30%, volgens een onlangs uitgekomen 157 bladzijden tellend onderzoekrapport van International Resource Development Inc., een marktonderzoek- en adviesbureau in Norwalk, Connecticut. Het is zelfs zo dat, ook als de totale halfgeleidermarkt weer zou groeien, de telecommunicatie- en datacommunicatie-IC's de chipmarkt zullen domineren. Deze verrassende conclusie is gebaseerd op het tempo waarmee nieuwe communicatie-apparatuur wordt geïnstalleerd, met chips in plaats van printkaarten, volgens Eric Arnum marktanalist bij IRD.

„Wij zien geen enkele reden waarom de telecommunicatie-IC-markt op een gegeven moment terug zou lopen", zei Arnum. Omdat degenen die zich met de verkoop van communicatie-apparatuur bezighouden, zullen ervaren hoeveel tijd en geld chips hen zullen besparen, kunnen wij de markt alleen maar zien groeien". Meer in het bijzonder ziet Arnum de LAN- en glasvezelmarkt groeien, als rechtstreeks resultaat van de geringe kosten en omvang van de communicatiechips die nu voor deze systemen worden ontworpen.
De titel van het rapport luidt: Telecommunication Integrated Circuits.

Zowel Japanse als Europese chipfabrikanten passeren de revue evenals diverse grote buitenlandse producenten van communicatieapparatuur. Deze maatschappijen, momenteel nog in de schaduw gesteld van de Amerikaanse communicatie-IC-fabrikanten, zullen naar wordt verwacht de achterstand inlopen.

Nieuwe technologieën worden ook aan een analyse onderworpen, met het oog op hun toenemende importantie op het communicatiegebied. Galliumarsenide is misschien wel dé sleutel tot de superhoge snelheden, die voor de komende generatie computers en schakelaars noodzakelijk zijn. Op de satellietmarkt en de markt voor militaire apparatuur wordt al gebruik gemaakt van GaAs-chips, maar de toepassingen staan nog in de kinderschoenen.
Hebben de voorstanders van silicium-compiler-technologie gelijk dan zijn de halfgeleiderontwerpers van de toekomst de board-fabrikanten van vandaag.

Door de nieuwe technologieën wordt het ontwerpen en produceren van chips mogelijk zonder uitgebreide training vooraf. De ontwerptijd wordt dan niet alleen bekort maar ook de kosten worden teruggebracht tot op een punt, waarop het zinloos wordt geen IC's te gebruiken. Arnum merkt op, dat als de communicatiesnelheid de komende jaren alsmaar hoger wordt, de meeste producenten van apparatuur wel genoodzaakt zullen worden om specifieke communicatie-IC's toe te passen willen zij concurrerend kunnen blijven. Het alternatief voor hen is doorgaan met het bouwen van omvangrijke 'kasten' en zien hoe „...anderen hen voorbijgaan met kleine, goedkope, efficiënte, rond IC's gebouwde hardware", aldus Arnum.

Nadere bijzonderheden over het $ 1650 kostende rapport (– 659), getiteld Telecommunciations Integrated Circuits, waaronder gratis inhoudsopgave en beschrijving van de voornaamste behandelde thema's zijn verkrijgbaar bij:

IRD, 6 Prowitt Street, Norwalk, CT, 06855 USA, tel.: (203)866-7800, telex: 643452.

Halfgeleiderindustrie in Schotland

GLASGOW – Schotland zal een van de eerste gebieden zijn die de recessie in de halfgeleiderindustrie te boven komen. Dat voorspelde Bill Reed van SEMI (Semiconductor and Materials Institute) tijdens een seminar in Glasgow.
De capaciteit van de Schotse halfgeleiderfabrieken verdubbelt zich in de periode tot 1988 als gevolg van de investeringen die de afgelopen anderhalf jaar zijn aangekondigd. In totaal gaat het om een bedrag van meer dan 640 miljoen dollar.

In '86 en '87 zullen fabrieken voor massaproduktie van *Motorola* en *NEC*, en voor custom en semi-custom chips van *Digital Equipment, Hughes Microelectronics* en *General Instruments* in gebruik worden genomen. Naar verwachting zullen dan ook de omzetten weer toenemen. Reed noemde groeipercentages van 18% voor '86 en 23% voor '87 en '88.
Volgens hem is het voor de Schotse halfgeleiderindustrie van belang dat de vermindering van de investeringen en het aantal ontslagen minder groot is geweest dan in de VS en Japan. „De Europese fabrikanten hebben voor dit jaar geen grote groei verwacht en dus ook niet geïnvesteerd om daaraan te kunnen voldoen. Als gevolg van dat beleid zitten zij nu niet met grote voorraden. De Europese industrie zal dit jaar een evenwichtig beeld te zien geven, terwijl de Amerikaanse fabrikanten een omzetdaling van 29% en de Japanse zelfs van 35% zullen ondergaan. De gunstige resultaten van Europa zijn mede te danken aan de relatief grotere vraag naar custom en semi-custom chips, een deel van de markt dat nog steeds goed loopt".

Semicon Europa '86

ZÜRICH – Tijdens Semicon Europa, die op 4, 5 en 6 maart in Zürich wordt gehouden, zullen ongeveer 400 exposanten hun produkten tonen. Dat zijn er ruim honderd meer dan bij de vorige Semicon
Volgens *William Galarneau*, manager van SEMI (Semiconductor Equipment and Materials Institute), de organisator van deze beurs, geeft de grote deelname aan dat er een bescheiden opleving van de markt in aantocht is.
Gelijktijdig met de beurs wordt een technisch symposium gehouden. Onderwerpen daarvan zijn waferecologie, VLSI-patroongeneratie en produktie-automatisering. De toegang tot het symposium is gratis. Ook de beurs kan gratis worden bezocht, indien men zich vooraf aanmeldt bij:

SEMI's European Secretariat, CCL House, 59 Flat Street, Londen EC4Y 1JU, Engeland, tel.: 09-4913538807, telex: 25573.

Microcomputercentrum bij Philips Nederland

EINDHOVEN – Onlangs is binnen de marktgroep PTA (Projecten Technische Automatisering) van Philips Nederland het Technical Microcomputing Centre (TMC) van start gegaan. De activiteiten van dit centrum zijn gericht op het verkopen van hardware, operating systems, firmware en software voor technische applicaties buiten en binnen Philips.

De activiteiten van het TMC kunnen worden onderscheiden in marketing, ontwikkeling, advisering en service-verlening.
Technisch/wetenschappelijke toepassingen waarop het TMC zich richt, zijn onder meer CAD, computer-aided beeldverwerking, statistiek, numeriek bestuurde systemen, technische tekstverwerkers en 2D-, 2,5D- en 3D-systemen voor bouwkunde en civiele techniek. Andere belangrijke gebieden zijn regel- en meetapplicaties, hybride systemen en technisch onderwijs.
Produkten in het huidige TMC-pakket zijn microcomputers van Philips (P 3100, P 2000C en P 2000V) en IBM, plotters, digitizers, HR-displays, printer, expansiekaarten en zelf ontwikkelde hardware. Leverbare operating systems zijn onder meer MS DOS 2.11, 2.0 en 3.0, Concurrent CP/M en DOS+. Als software kunnen worden genoemd Personal Designer (ComputerVision), Technische Tekstverwerker (T^3), mathematische/statistische pakketten, algemene pakketten, Image Processing en AutoCAD (AutoDesk).

Inl.: Philips Nederland, Marktgroep Projecten Technische Automatisering, Eindhoven (040) 783809.

Studiedagen WTCE: gate arrays en standaardcellen

Als vervolg op de succesvolle 'gate-array'-dagen, die in februari 1984 door de THE, het CME en het WTCE te Eindhoven werden georganiseerd, staat voor 1986 een viertal studiedagen op het programma. Het doel van de dagen is het nederlandse bedrijfsleven en het onderwijs uitgebreid kennis te laten maken met de mogelijkheden en problemen bij het ontwerpen van componenten op klantspecificaties.

Deze studiedagen zijn van belang voor iedereen die semi-custom IC's kan gaan toepassen. Dat kan zowel de elektronica-industrie zijn als de bedrijven die in hun produkten of besturingsapparatuur microelektronica gebruiken.
De diverse aspecten van het semi-custom-ontwerp komen in deze cyclus uitvoerig aan de orde. Tijdens de studiedagen zal gedetailleerde informatie worden gegeven over het ontwerptraject, de beschikbare hulpmiddelen en de economische aspecten.

Een belangrijke doelgroep van de ontwerp-cyclus – naast ontwerpers, technisch kader en management uit het bedrijfsleven – is het onderwijs, omdat het ontwerptraject vrij gedetailleerd wordt toegelicht en de beschikbare software- en hardware-gereedschappen (zowel zeer geavanceerde alsook eenvoudiger hulpmiddelen) aan de orde komen.

Het programma ziet er als volgt uit:
25 februari 1986 : *Integreren van een idee.*
18 maart 1986 : *Van ontwerp tot silicium.*
22 april 1986 : *Fouten voorkomen en detecteren.*
20 mei 1986 : *Toepassingen, markt en kosten.*

Inl.: WTCE-Eindhoven (040) 442575.

Megacell voor VLSI-chipontwerp

LONDEN – Met Megacell – een semi-klantenspecifiek VLSI-ontwerpsysteem – kunnen systeemontwerpers complexe chips met daarin 25.000 poortschakelingen ontwerpen. Er kunnen ook, met behulp van Plessey's 2-μm CMOS-technologie, 100.000 transistoren per chip mee worden vervaardigd.

In zijn rede ter gelegenheid van de introductie van Megacell zei *Sir John Clark*, president-directeur van Plessey: „Megacell verschaft de klant een geheel nieuwe, flexibele ontwerpmethode. De introductie ervan markeert een belangrijke fase van de inzet van het bedrijf ten behoeve van het klantenspecifieke ontwerpen. Wij verwachten de komende vijf jaar meer dan f 300 miljoen te investeren in halfgeleiderfaciliteiten en produktontwikkeling".

Doug Dunn, manager van Plessey Semiconductor, voegde daaraan nog toe dat Megacell het eerste systeem in zijn soort is dat voldoet aan de behoeften die met de komst van VLSI-systemen-op-één-chip voelbaar werden. Met tienduizenden poorten of transistoren op een enkel IC, en spoedig zullen dat er honderdduizenden zijn, kan de systeemontwerper niet langer volstaan met het overhandigen van het door de computer gegenereerde logica-ontwerp en de netlijst aan de IC-ontwerper. Het welslagen van het eindprodukt hangt in grote mate af van de plaatsing, indeling en doorverbinding van de individuele cellen en de metaalpatronen op het siliciumoppervlak.

KLOOF

Volgens *Robert Anslow*, vice-president en algemeen manager van Plessey Semiconductor in de Verenigde Staten, overbrugt Megacell de grote kloof tussen logica en silicium. „Systeemontwerpers en -ontwikkelaars hebben nu hun semi-klantenspecifieke VLSI-ontwerpen, vanaf schema tot en met de maskerproduktie, geheel in eigen hand. Het enige alternatief voor een systeem als Megacell is het opleiden van IC-ontwerpers in systemen en applicatietechnieken, en dat is niet bepaald praktisch".

NIVEAUS

Megacell ontstond ten dele uit het Microcell-systeem, dat vijf jaar geleden werd gelanceerd. De Microcell-bibliotheek bevat basiscellen, zoals NAND- en NOR-poorten, D-flipflops, I/O-buffers, latches en klokgeneratoren. De Megacell-bibliotheek bevat, behalve de microcellen, twee basisontwerpunits (Paracells en Supracells) en een ontwerphiërarchie met drie niveaus. De Paracells worden door de computer ontworpen aan de hand van door de ontwerper verstrekte parameters. Een voorbeeld van een Paracell is een programmeerbare logische array (PLA) waarvoor de ontwerper alleen de logica-parameters hoeft te specificeren, waarna Megacell de rest doet. De Paracell PLA wordt daarop toegevoegd aan de Megacell-bibliotheek van de ontwerper en kan steeds weer opnieuw worden gebruikt. De Supracells zijn ondergebracht in de Megacell-bibliotheek en zijn kopieën van LSI-produkten als microprocessoren en D/A-omzetters. Net als Paracells kunnen ze steeds weer opnieuw worden gebruikt en net zo vaak als nodig is worden herzien of verbeterd. Op alle niveaus binnen de hiërarchie worden de cellen doorverbonden tot de verlangde functie. Het enige ontwerprisico schuilt in het doorverbindingspatroon en dat wordt door de controlesoftware tot een minimum teruggebracht.

CLASSIC

Het hart van het Megacell-systeem wordt gevormd door het softwarepakket Classic (Custom Logic Array Simulation System for Integrated Circuits). Classic is een door gebeurtenissen gestimuleerde simulator van het parallelle type, die zich bedient van stijgende en dalende flanken, van 'een' en 'nul', 'niet bekend' en van toestanden met hoge impedantie, hetgeen de analyse van piekspanningen mogelijk maakt. Met dit programma kan al in een vroeg stadium van het ontwerp de testbaarheid worden beoordeeld terwijl het tevens een functionele modelvormingstechniek bevat.

Nadat met Classic de circuitsimulatie is afgesloten en de testvectoren zijn gegenereerd, wordt het ontwerpbestand doorgegeven aan de databank, waarmee de systeemontwerper de chip-layout bepaalt en optimaliseert. Hij gebruikt daarbij de Megacell Layout Editor (MLE) voor het plaatsen van de cellen, te beginnen met de grote Supracells en Paracells. Binnen en tussen de cellen worden dubbellaags verbindingspatronen toegepast. De MLE controleert automatisch op schendingen van ontwerpen elektrische voorschriften en identificeert die. Het opstellen van het doorverbindingspatroon gebeurt interactief, automatisch of als een combinatie van beide.

Nadat het doorverbindingspatroon is gemaakt zendt de ontwerper het bestand aan Plessey Semiconductor voor het ontwerpen en vervaardigen van de maskers. Aan de hand van de door de systeemontwikkelaar verstrekte simulatie- en testgegevens stellen de technici van het bedrijf een automatisch testprogramma op. Hiervoor zijn speciale technieken ontwikkeld, zoals zelftestende schakelingen die deel van de chip uitmaken. Dergelijke technieken versnellen en vereenvoudigen de testprocedure aanzienlijk. Chips met daarop 50.000 poorten kunnen ermee binnen enkele seconden worden getest.

De Megacell-software, die geschikt is voor gebruik op DEC VAX-mini's, kan worden geleased voor gebruik in eigen bedrijf of on-line worden toegepast bij ontwerpcentra van Plessey in Swindon (Engeland), München en Irvine (Californië).

Inl.: Plessey Semiconductor Ltd., Cheney Manor, Swindon, Wiltshire SN2 2QW, Engeland, tel.: 09-4979336251.

Zelftestende chips

LONDEN – Het moment dat letterlijk iedereen de complexe elektronische stuurschakelingen die in de meeste apparaten in de woning, het kantoor en bedrijf zijn ingebouwd, zal kunnen repareren, ligt door de ontwikkeling van zelftestende chips in het verschiet. Ontwikkelaars van Plessey beroemen zich erop een voorsprong van twee jaar op de rest van de wereld te hebben met computerprogramma's voor het ontwerpen van zelftestende chips, of waarmee conventioneel ontworpen chips zodanig kunnen worden gemodificeerd dat ze zichzelf kunnen testen. Maar ook kunnen chipfabrikanten en hun klanten met deze programma's en een microcomputer eventuele fouten opsporen in apparatuur waarin chips zijn toegepast.

Dr. David Burrows, leider van het Plessey-team dat aan zelftestende chips werkt, verwacht dat het niet lang meer zal duren voordat de gebruiker door een druk op een knop van de wasmachine of HiFi-installatie alle stuurschakelingen kan opdragen zichzelf te testen. „In de goede oude tijd was het nog mogelijk om een defecte radiobuis direct aan te wijzen, omdat dat de enige buis was die niet gloeide. Dat kan nu niet meer, maar men kan nu wel de ingebouwde computer de fout laten lokaliseren en zelfs instructies laten geven hoe de defecte schakeling moet worden gewijzigd of omzeild".

Momenteel is het testen van chips een probleem voor zowel de chipfabrikant als voor de gebruiker, waarvoor complexe en dure apparaten moeten worden ingezet. Doorgaans missen dergelijke testers een op de twintig fouten op een chip en het controleren van de meest complexe chips, met daarop 100.000 of meer schakelingen, kan de ontwerper ervan vele maanden kosten. De tijd die nodig is om een chip te testen, kan momenteel de ontwerp- en ontwikkelingstijd ervan evenaren.

VRIJ HOEKJE

De computerprogramma's van Plessey stellen ontwerpers in staat in enkele minuten in een minuscuul vrij hoekje van de chip een zelftestvoorziening aan te brengen. Door deze computerprogramma's kunnen zelftestende chips ook nieuwe industriële normen voor de foutdetectie gaan vormen, omdat het aantal gemiste fouten tot een op de 10.000 wordt teruggebracht. Plessey heeft zich van wereldwijde patentrechten op dit gebied verzekerd. Het laboratorium *Roke Manor* in Romsey (Zuid-Engeland) gebruikt deze kennis voor het ontwerpen van twee zelftestende chips ten behoeve van een dochteronderneming die zich bezighoudt met scheepvaartelektronica.

De Plessey-groep kan haar voorsprong op dit terrein op twee manieren gebruiken: door de know-how in licentie te geven aan andere chipfabrikanten of door service te bieden bij het omwerken van chips van andere firma's tot zelftestende chips.

Mathematische vormbeschrijving

ZOETERMEER – De CIAD-projectgroep 'Geometric Modelling' heeft de resultaten van haar onderzoekingen vorige maand gepresenteerd. Het eindrapport van de projectgroep is voor geïnteresseerden te koop.

Binnen de CAD/CAM neemt geometric modelling een centrale plaats in. Geometric modelling (mathematische vormbeschrijving) omvat de invoer, de opslag en de verwerking van vorminformatie en levert de gewenste geometrische informatie voor onder andere visualisatie, documentatie, analyse en produktie. Bij veel bedrijven die bezig zijn met CAD/CAM of zich nog oriënteren hierop, is juist op dit gebied de beschikbare praktische hanteerbare kennis vrij gering. Een aantal bedrijven en instelling heeft daarom de koppen bij elkaar gestoken om in CIAD-verband een studie te verrichten naar de achtergronden van geometric modelling met behulp van een CAD-systeem. De studie gaat in op aspecten als overdraagbaarheid en de toepassingen. De doelstelling van de projectgroep was het bevorderen van kennis en inzicht in geometric modelling en het verkrijgen van een overzicht van de beschikbare modellen en methoden ter beoordeling daarvan en van de technieken. Het rapport 'Geometric Modelling' is vooral geschikt voor gebruikers en potentiële gebruikers van CAD/CAM-systemen. Het is circa 400 (Nederlandstalige) pagina's lang en kost f 300 voor CIAD-leden en f 500 voor niet-leden.

Inl.: CIAD, postbus 74, 2700 AB Zoetermeer (079) 219324.

NNI en NEC bundelen activiteiten op gebied van informatietechnologie

DELFT – De dagelijkse besturen van het Nederlands Normalisatie Instituut (NNI) en het Nederlands Elektrotechnisch Comité (NEC) te Delft hebben besloten bij het NNI-bureau een afdeling Informatievoorziening in het leven te roepen. In deze afdeling zullen alle normalisatie-activiteiten worden gebundeld op het gebied van de informatietechnologie.
De afdeling zal voorbereidend en ondersteunend werk verrichten ten behoeve van de gemengde NNI/NEC-beleidscommissie Informatievoorziening en de hieronder ressorterende normcommissies. Dit besluit volgt op een eerdere beslissing om de IT-normalisatie te concentreren bij één beleidscommissie, de al genoemde commissie Informatievoorziening.

Onder informatietechnologie (IT) vallen alle hulpmiddelen voor het tot stand brengen van de geautomatiseerde informatievoorziening. Dit omvat zowel kabels en connectoren als complete systemen. Voorheen viel IT onder de aparte verantwoordelijkheid van de desbetreffende commissies van zowel het NNI als het NEC. Het NEC draagt zorg voor de normalisatie op elektrotechnisch gebied, in nauwe samenwerking met het NNI. De toenemende samenhang van de technologieën die te zamen de sector informatietechnologie vormen, maakte echter ook een grotere samenhang van de commissie- en bureaustructuur noodzakelijk.
De mondiale en Europese ontwikkeling met betrekking tot de IT-normalisatie is vrijwel identiek.
Zowel wereldwijd, binnen de International Organization for Standardization (ISO) en de International Electrotechnical Commission (IEC), als op Europees niveau, binnen het Comité Européen de Normalisation (CEN) en het Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (CENELEC), is al eerder besloten het normalisatiewerk op dit gebied op een brede basis te coördineren. De ISO en de IEC kennen sinds kort een gemeenschappelijk overlegorgaan, het Joint Information Technology Experts Committe (JITEC). CEN en CENELEC hebben vorig jaar een soortgelijke stuurgroep in het leven geroepen, het Information Technology Steering Committe (ITSTC). Aan deze stuurgroep wordt ook deelgenomen door het Comité Européene de Poste et Telecommunication (CEPT), het verband van Europese PTT's.
De beleidscommissie Informatievoorziening heeft ook besloten een beleidssubcommissie op te richten voor het gebied van de informatietechnologie. De samenstelling zal grotendeels bestaan uit de leden van NC 380 97 'Automatische gegevensverwerking', aangevuld met enkele anderen. De voorzitter zal de heer Thieme, de huidige voorzitter van NC 380 97, zijn. Dit betekent dat de NC 380 97 de status van beleidssubcommissie krijgt.

Westeuropese telecommunicatie-industrie doet mee aan RACE-programma van EEG

ZOETERMEER – De Westeuropese telecommunicatie-industrie zal, onder de paraplu van ECTEL, de Europese organisatie van telecommunicatie-industrieverenigingen, deelnemen aan het RACE-programma van de Europese Commissie. RACE staat voor Research and Development on Advanced Communicatations Technologies for Europe en is gericht op de ontwikkeling van een breedbandig communicatienetwerk dat naar verwachting in het midden van de jaren '90 operationeel wordt. Onderzoek en ontwikkeling in Europees verband is noodzakelijk, wil de Europese telecommunicatie-industrie de concurrentieslag met Japan en de Verenigde Staten kunnen aangaan.

De industriële deelneming zal in de definitiefase vooral gericht zijn op het programma van eisen voor doelgericht onderzoek op het gebied van randapparatuur. Daarmee zullen tot eind 1986 ruim 40 manjaren gemoeid zijn. De EG neemt in de gekozen opzet 50% van de kosten voor haar rekening. Inmiddels hebben reeds 23 ECTEL-lidbedrijven hun medewerking toegezegd.
Van Nederlandse zijde neemt aan het ECTEL-werk de FME-branchegroepering NETELCOM deel. Hierin zijn de volgende ondernemingen vertegenwoordigd: AT & T en Philips Telecommunicatiebedrijven BV, Ericsson Telefoonmaatschappij BV, ITT Nederland BV, Philips Telecommunicatie en Informatie Systemen en Siemens Nederland NV. Al deze ondernemingen zijn, hetzij rechtstreeks, hetzij in concernverband, bij het project betrokken.
ECTEL zal ook nauw betrokken zijn bij de definitiefase van een ander RACE-onderzoek dat de ontwikkeling van een netwerk-referentiemodel nader specificeert. Hiertoe wordt samengewerkt met 'Permanent Nucleus' in het Westduitse Darmstadt, dat voor dit doel is opgericht door de Europese telecommunicatie-netwerkbeheerders (de 'PTT's'), verenigd in CEPT.

Netwerk met satellietcommunicatie

EINDHOVEN – Xerox Computer Services introduceerde in de Verenigde Staten een netwerk, Skyway, dat gebruik maakt van satelliet-communicatie. De vervanging van telefoonlijnen, met alle bijbehorende problemen, door communicatie via een satelliet verhoogt de snelheid, de accuratesse en de betrouwbaarheid van informatie-overdracht binnen een computernetwerk, aldus de fabrikant.

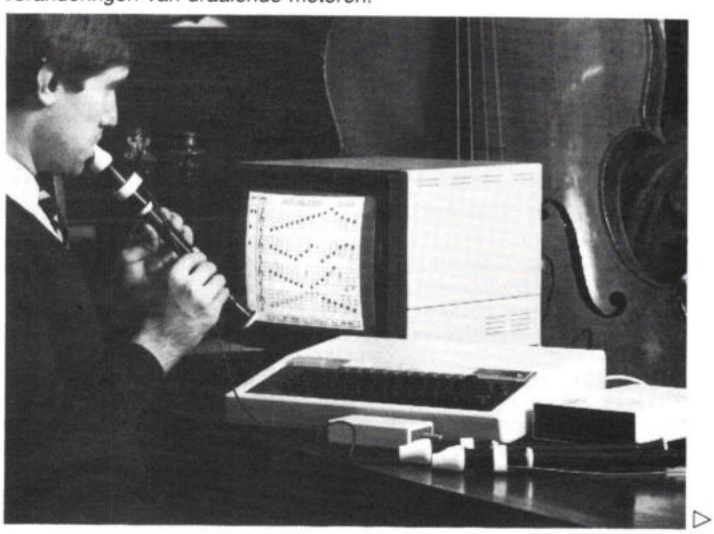
De voordelen van een communicatiesysteem als Skyway zijn in de Verenigde Staten legio. Door installatie van een kleine schotelantenne, kabel en wat bijbehorende apparatuur verzekeren organisaties zich van transmissiefaciliteiten die zeker beter zijn dan de particuliere Amerikaanse telefoonmaatschappijen kunnen bieden. Skyway bestrijkt elke plek in de Verenigde Staten, is dankzij een satelliet-beschikbaarheid van meer dan 99 procent uitzonderlijk betrouwbaar, verhoogt de netwerkprestaties en verlaagt de totale communicatiekosten. Zo is gecodeerde informatie-overdracht mogelijk met een snelheid van 56.000 baud. Aftappen van die stroom door derden is daardoor veel minder interessant. Maar het belangrijkste is nog dat Skyway Amerikaanse organisaties bevrijdt van de stijgende kosten voor communicatie via telefoonlijnen en de steeds verslechterende telefoonservice.

Een introductie van netwerken als Skyway in Nederland is vooralsnog onwaarschijnlijk. Informatie mag hier alleen door of via de PTT worden verzonden. Bovendien is ons land veel kleiner en de infrastructuur van het telefoonnet zoveel beter, dat satelliet-communicatie hier veel minder interessant is dan in de Verenigde Staten.

Inl.: Xerox Computer Services
Fellenoord 27, 5612 AA
Eindhoven (040) 457475.

CARDIFF – In het Cardiff University Industry Centre is een systeem ontwikkeld dat de kloof moet overbruggen tussen de creatieve inspiratie die ten grondslag ligt aan een muziekstuk en de arbeidsintensieve klus van het noteren van die muziek. Het gaat om een toonhoogte-herkenningssysteem, dat gespeelde noten op een computerbeeldscherm op de juiste plaats op de notenbalk schrijft, ze vervolgens opslaat en ze later ook weer kan weergeven.
Het systeem omvat een microfoon, een signaalprocessor en uitgebreide grafische software. De eerste programma's zijn ontwikkeld voor de sopraanblokfluit. Een van de programma's is bedoeld voor kleine kinderen ter introductie tot het instrument. Tijdens het spelen van tonen springt op het beeldscherm een karikatuurtje naar de juiste plaats op de notenbalk. Tegelijkertijd is op het beeldscherm te zien welke gaten van de blokfluit moeten worden gesloten om een gekozen toon te spelen. Als de speeltechniek van het kind vordert, verdwijnt deze laatste aanwijzing van het scherm.
Een ander programma is bedoeld voor meer gevorderde blokfluitspelers. Hiermee kan een heel muziekstuk worden genoteerd en afgedrukt op een standaard printer.

De toonhoogte-processor, die is bedoeld voor muziekonderwijs, kan voor een groot aantal andere toepassingen worden ingezet. Zo kan er een toegangscontrole-systeem mee worden gemaakt, dat alleen toegang geeft als het een specifieke volgorde van tonen herkent. Ook kan het elektrische motoren bewaken door het signaleren van toonhoogteveranderingen van draaiende motoren.



Conferentie VLSI in computersystemen

BÖBLINGEN (BRD) – CompEuro 87, een internationale conferentie over VLSI in computersystemen, wordt van 11 tot 15 mei 1987 in Hamburg gehouden. Het thema van de conferentie is de interactie tussen VLSI en gegevensverwerkende apparatuur en systemen, en de onderlinge beïnvloeding. De organisatoren van deze conferentie hebben een 'call for papers' doen uitgaan.

Tijdens de conferentie zal aan de volgende gebieden aandacht worden geschonken:

- De invloed van VLSI op de architectuur, het ontwerp en de ontwikkeling van gegevensverwerkende apparatuur, processoren en systemen, met inbegrip van nieuwe functies;
- De invloed van gegevensverwerking op simulatie, ontwerpen, vervaardigen en testen van VLSI;
- Een overzicht van de stand van zaken bij de ontwikkelingen van zowel VLSI-technologie als gegevensverwerking, voor zover passend binnen het onderwerp van de conferentie.

CompEuro 87 is de eerste van een reeks internationale conferenties op computergebied die worden georganiseerd door Regio 8 (Europa, Midden-Oosten en Afrika) en de Computer Society van het Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Bij de organisatie zijn bovendien het Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) en het Gesellschaft für Informatik (GfI) betrokken.
Voorstellen voor papers (in Engels en niet langer dan 500 woorden) moeten voor 31 januari 1986 worden ingezonden. Uiterlijk 15 maart krijgt men bericht of de inzending is geaccepteerd. Is dat het geval, dan moet het paper op 11 september zijn ingezonden. Voorstellen kunnen worden gezonden aan:

Prof. Walter E. Proebster, IBM Deutschland GmbH, Dept. 3280, Schönaicher Strasse 220, D-7030 Böblingen, BRD.

Markt voor IC-produktie-apparatuur groeit

LONDEN – Een marktverkenning van Frost & Sullivan voorspelt voor de computerindustrie en toeleveringsindustrieën daarvan binnen acht tot twaalf maanden een ongekende groei. Ook de waferbewerkingsapparatuur zal in deze opleving meegaan. De omzetten daarvan zullen naar verwachting stijgen van $ 2 miljard in 1985 tot $ 4 miljard tegen 1989.

Het rapport 'The Wafer Processing Equipment Manufacturer in the US' voorspelt dat de groei van deze tak van industrie gedurende het einde van de jaren '80 en het begin van de jaren '90 zal plaatsvinden in de drie produktsectoren die zich op de voornaamste behoeften van de gebruikers richten: *hogere produktieopbrengsten, kortere doorlooptijden* en *smallere sporen*. Van de vijf belangrijkste produktgroepen komt microlithografie het beste aan deze marktvragen tegemoet, zodat daar de beste groeikansen mogen worden verwacht. Het merendeel van de apparatuur die voor dit proces wordt verkocht, bestaat uit wafersteppers en scan projection repeaters. De omzet daarvan zal toenemen van $ 700 miljoen in 1985 tot $ 1,4 miljard in 1989. Frost & Sullivan verwacht dat de wafersteppers daarvan uiteindelijk meer dan 50% voor hun rekening zullen nemen.

Ook vier andere belangrijke produktgroepen zullen groei te zien geven. Opdampapparatuur, de op een na grootste groep, zal naar verwacht toenemen van meer dan $ 400 miljoen in 1985 tot $ 850 miljoen in 1989. Van de op twee na grootste produktgroep – ets- en strip-apparatuur, een van de tot nu toe snelst groeiende groepen van waferbewerkingsapparatuur – zal de omzet stijgen van $ 345 miljoen in 1985 tot bijna $ 700 miljoen in 1989. De markt voor diffusie-apparatuur zal groeien van $ 135 miljoen in 1985 tot $ 260 miljoen in 1989. Het andere belangrijke doteerproces, ionenimplantatie, zal van $ 160 miljoen in 1985 stijgen tot $ 325 miljoen in 1989. Tenslotte zal front-end inspectie-apparatuur in 1985 een omzet halen van $ 250 miljoen en in 1989 van $ 490 miljoen.

RIJPING
Onder de leveranciers is volgens Frost & Sullivan momenteel een rijpingsproces op gang gekomen.

Een voorbeeld daarvan is de snelle groei van de markt voor klantenspecifieke IC's, die een rechtstreeks gevolg is van de toepassing van nieuwe technieken en de aandacht die de fabrikanten aan de wensen van gebruikers geven. De leveranciers beschouwen hun afzetgebieden momenteel nog als afzonderlijke sectoren, maar volgens het rapport zijn de succesvolste fabrikanten van waferbewerkingsapparatuur degenen die geleidelijk overgaan van een produkt- en technisch gerichte aanpak naar een evenwichtiger, op het afzetgebied en gebruikers gerichte strategie.
De componentenmakers blijven de grootste afnemers van waferbewerkingsapparatuur. Maar bedrijven die zelf chips maken en verwerken, vooral de computerfabrikanten, zullen 30% van de markt voor hun rekening nemen. De toename van die 'eigen produktie' is niet alleen een zaak van economische overwegingen, maar is ook nodig om van de leveringen van IC's verzekerd te zijn.

CONCURRENTIE
Volgens het rapport zullen Amerikaanse apparatuurfabrikanten spoedig Japanse concurrentie krijgen. Hoewel de Japanse fabrikanten nog een belangrijke marktpositie moeten verwerven, blijkt dat de concurrentiestrijd al in volle gang is. Het Amerikaanse marktaandeel is teruggelopen van 77% in 1979 in 67% in 1983 terwijl het Japanse aandeel in diezelfde periode toenam van 16% tot 28%.

Het rapport geeft een analyse van de huidige en toekomstige marktontwikkelingen. Het verstrekt een gedetailleerd overzicht van de industrie, onderzochte tendenzen, technieken en de krachten achter de markt. Tevens zijn profielschetsen van de fabrikanten opgenomen.
Voor nadere informatie over het rapport (nr. 1664, $ 1700):

Customer Service, Frost & Sullivan Ltd., 104-112 Marylebone Lane, London W1M 5FU, Engeland, tel.: 09-494868377/79, telex: 261671.

CMOS VLSI-cursussen

LONDEN – *Marconi* organiseert cursussen op het gebied van CMOS VLSI halfgeleiderontwerp. Deze worden gehouden in de vestiging te Wembley (Londen).
Er worden jaarlijks tien basiscursussen gehouden, die vijf dagen duren. De overige opleidingen worden op verzoek georganiseerd, eventueel bij de klant. Het aantal deelnemers bedraagt maximaal tien. Dat betekent dat er een werkstation is voor elke twee deelnemers. Een groot deel van de cursus wordt besteed aan het werken met deze stations. Tijdens de cursussen krijgen de deelnemers een beeld van CAD-technieken. Ontwerpteams en -technici van Marconi verlenen ondersteuning.

Inl.: Marconi Electronics Devices, Doddington Road, Lincoln LN6 3LF, Engeland, tel.: 09-49522688121.

Grootste chipontwerpcentrum van Europa

Wolfson Microelectronics heeft in Edinburgh (Schotland) het grootste onafhankelijke custom- en semi-custom-chipontwerpcentrum buiten de VS geopend. Het centrum maakt gebruik van zowel gate arrays als 'silicon compiler'-technieken om chips te ontwerpen die in kleine series economisch kunnen worden geproduceerd. Men houdt zich onder andere bezig met schakelingen voor signaalverwerking, video- en beeldbewerking, spraaksynthese en filterontwerp.

Het bedrijf is voortgekomen uit het Wolfson Microelectronics Institute van de Universiteit van Edinburgh. Ook in de toekomst zullen de banden met deze universiteit in stand worden gehouden, onder meer doordat de universiteit voor 33% eigenaar is van het centrum. De overige aandeelhouders zijn twee beleggingsbedrijven, die het startkapitaal van 445 000 dollar hebben gefourneerd, en de twintig werknemers.

Japan in 1990 nr. 1

TUCSON (VS) – Als de Japanse halfgeleiderfabrikanten hun investeringen in het huidige tempo voortzetten, zullen ze binnen vier jaar de VS voorbij zijn gestreefd als 's-werelds belangrijkste chipproduoent. Dat is de conclusie van *Dataquest* in een rapport, dat openbaar werd gemaakt tijdens de jaarlijkse conferentie van de halfgeleiderindustrie die in Tucson (Arizona) werd gehouden. Sinds 1983 overtreffen de Japanse investeringen de Amerikaanse. Deze trend zal zich waarschijnlijk tot na 1990 voortzetten.

In 1984 namen Amerikaanse bedrijven nog 52% van de totale halfgeleideromzet voor hun rekening. De Japanners stonden met 39% op de tweede plaats. In 1990 zullen de rollen zijn omgedraaid, alhoewel Dataquest geen cijfers kan geven. De Japanners zullen vooral de massamarkten, zoals voor RAM's, veroveren. De Amerikaanse bedrijven zullen de snelgroeiende markt voor toepassingsgerichte halfgeleiders nog zeker twee decennia blijven beheersen.

(ANA)

Samenwerking Sperry en Hitachi

AMSTERDAM – Tussen Sperry Corporation en Hitachi is technisch overleg gaande. Beide partijen gaan elkaars technologieën evalueren en bekijken of samenwerking op geselecteerde terreinen voordelen biedt.

De ondernemingen denken dat hun technische capaciteiten complementair genoeg zijn om een dergelijke evaluatie waardevol te maken. Interessante onderwerpen zijn waarschijnlijk computers met de daaraan gerelateerde chiptechnieken, programmatuur, randapparatuur en andere met computers samenhangende produkten.
Sperry en Hitachi kwamen tevens een ontwikkelingsproject overeen.

ACTUEEL

Meer dan 130 miljoen gulden voor opleiding en onderzoek

Plan TH's voor stimulering micro-elektronica

DEN HAAG – De drie Technische Hogescholen hebben de minister van Onderwijs en Wetenschappen een plan aangeboden voor de besteding van de ruim 130 miljoen gulden, die de overheid in de periode van 1986 t/m 1990 wil uitgeven voor de stimulering van onderwijs en het daaraan gekoppelde onderzoek op het gebied van de micro-elektronica. Daarbij zijn afspraken gemaakt over de taakverdeling van de TH's onderling.

Het plan werd ontwikkeld op verzoek van de minister door een werkgroep onderleiding van ir. L.J. Tummers, oud adjunct-directeur van het Philips Natuurkundig Laboratorium. De TH's beogen met de uitvoering van dit plan de faciliteiten van de afdelingen elektrotechniek geschikt te maken voor de opleiding van de ingenieurs van de (nabije) toekomst. Juist doordat steeds grotere delen van elektronische apparatuur in de chip zelf worden opgenomen, is voor alle elektrotechnische ingenieurs een grondige kennis nodig van het ontwerpen van elektronische bouwstenen.

Als basis voor het door de werkgroep opgestelde plan dienden de adviezen van de beoordelingscommissie voor eerder ingediende plannen (DASS, NITHOS). In het plan is bovendien de opleiding aan de HTS-en opgenomen.
De beschikbare 130 miljoen gulden moet worden gebruikt voor investeringen en exploitatie tot december 1990. Na dat tijdstip moeten de activiteiten geheel uit eigen middelen van de TH's en de HTS-en worden gefinancierd.

Ter realisering van het plan hebben de TH's in onderlinge afstemming een aantal zwaartepunten voor hun activiteiten vastgelegd. Voor de *TH Delft* zijn dat analoge schakelingen en sensoren, waarbij men zich voorlopig zal concentreren op de bipolaire technologie. De eerste jaren dient men in Delft flink te investeren, want de huidige apparatuur is totaal verouderd.
Op de *TH Eindhoven* zal men zich vooral bezighouden met meten, testen en modelleren van IC's en met galliumarsenide opto-elektronische schakelingen. De siliciumtechnologie is NMOS; later in de periode is ook CMOS gepland.
Zwaartepunten voor de *TH Twente* zijn IC-technologie, CMOS-schakelingen, sensoren en actuatoren. Daar in Twente procesonderzoek wordt verricht, kunnen onderzoekers zich er tevens bekwamen in de IC-technologie.

De middelen van de TH's zullen ook, op regionale basis, aan de HTS-en ten dienste staan. Voorts wordt een viertal HTS-en aangewezen die een voortrekkersrol moeten gaan vervullen. Deze HTS-en worden voorzien van, of aangesloten op een krachtige computer met grafisch werkstation. De andere HTS-en worden gefaseerd uitgerust met eenvoudiger hulpmiddelen.

Plannen voor Europees en Nederlands genootschap voor wiskunde in industrie

AMSTERDAM – Tijdens het 'European Symposium on Mathematics in Industry' (ESMI) dat in Amsterdam werd gehouden zijn plannen ter sprake gekomen voor de oprichting van een Europees en een Nederlands genootschap voor wiskunde in de industrie. Verwacht wordt dat deze organisaties in een periode van circa één jaar tot stand zullen komen.

Hoewel verschillende deelnemers duidelijk ideeën hadden over de tot stand koming van deze 'Societies for Mathematics in Industry' en er in breed verband over is gesproken, heeft men besloten te wachten met de oprichting. Dit, omdat men de groep aanwezigen niet representatief genoeg achtte.
Bovendien spelen op Europees niveau allerlei nationale belangen een rol. Zo zijn er organisaties op dit terrein in onder andere Frankrijk en Duitsland, die men hierbij wil betrekken. In Engeland ligt de situatie nog gecompliceerder. Er zou daar sprake zijn van verschillende groepen waartussen meningsverschillen bestaan.

Tijdens het congres heeft men wel een Europese werkgroep opgezet die moet zorgen voor de totstandkoming van een internationale organisatie. Voor Nederland is een ontwikkelingscommissie actief, die zich niet alleen bezighoudt met het Nederlands genootschap, maar ook bijvoorbeeld de relatie met het onderwijs en de overdracht van kennis bestudeert. Dit laatste is zeker niet onbelangrijk, omdat is gebleken dat binnen de industrie vaak het besef ontbreekt dat wiskunde een belangrijke rol kan spelen bij het oplossen van problemen.

DIAMANT
Een voorbeeld van het gebruik van wiskunde voor oplossing van een industrieel probleem gaf *dr. J. Molenaar* van de afdeling Wiskundige Dienstverlening van de Katholieke Universiteit Nijmegen. Hij beschreef in een lezing tijdens het congres het onderzoek dat is verricht ten behoeve van diamantslijperij Drukker International uit Cuijk. Dat bedrijf verwerkt onder andere diamanten die worden gebruikt als 'heat sinks' in chips. Hiervoor voldoet diamant veel beter dan het traditioneel toegepaste koper. De kostbaarheid van diamant maakt het echter noodzakelijk te zoeken naar een vorm voor de diamant die zorgt voor een zo groot mogelijke warmte-afvoer bij een zo klein mogelijk diamantvolume. De conclusie van het onderzoek was dat de optimale diamant plat is.

Inlichtingen over dit onderzoek, de afdeling Wiskundige Dienstverlening (een transferpunt voor wiskunde) en de op te richten genootschappen zijn te verkrijgen bij:

Dr. J. Molenaar, afdeling Wiskundige Dienstverlening, Katholieke Universiteit Nijmegen, Tournooiveld, 6525 ED Nijmegen (080) 558833.

Zevenjarenplan voor Japanse onderwaterrobot

TOKIO – Het Japanse Ministerie voor Internationale Handel en Industrie (MITI) heeft 10-miljard Yen (ca. f 150 miljoen) gestoken in een zevenjarenplan voor de ontwikkeling van een ROV (Remotely Operated Vehicle; onderwaterrobot) voor offshore-doeleinden. Het project is bedoeld om de Japanse voorsprong op het gebied van de robottechnologie te consolideren.

Het Land van de Rijzende Zon zegt meer industriële robots aan het werk te hebben dan enig ander land in de wereld. Volgens een woordvoerder van het MITI in Tokio biedt Japan momenteel 'werkgelegenheid' aan zo'n 67.000 robots, vergeleken met 14.500 in de VS, 6.600 in de BRD en 2.600 in het VK. De Japanse robotpopulatie zal zich naar verwachting binnen 10 jaar hebben vermenigvuldigd tot een half miljoen. MITI's ROV-project moet volgens de woordvoerder worden gezien als de Japanse manier de eigen bedrijven en onderzoeksinstellingen aan te moedigen nieuwe waardevolle markten aan te boren.
De Japanse bedrijven die aan de (deels 'zelfdenkende') robot gaan werken voorspellen een groeiende vraag naar robots die in de plaats moeten komen van duikers voor inspectie- en reparatiewerkzaamheden aan ondermeer onderwaterconstructies van booreenheden.
In tegenstelling tot de bestaande ROV's zal de Japanse versie (een afgeplatte bol met inktvisachtige tentakels) worden uitgerust met een uiterst nauwkeurige besturings- en controlesysteem en met een gecombineerde voorstuwings- en plaatsbepalingseenheid in één eenheid ondergebracht. De Japanse ROV zal echter niet geheel zonder een tele-operator kunnen werken. Deskundigen betwijfelen of de wetenschap nog voor het einde van deze eeuw systemen met kunstmatige intelligentie zover onder de knie zal hebben, dat onderwaterwerktuigen die ermee worden uitgerust geheel zelfstandig zouden kunnen werken. MITI's streven is er daarom op gericht de nieuwe ROV die kunstmatige instelligentie mee te geven waarmee het zich onafhankelijk kan voortbewegen en waarmee het bijvoorbeeld ook bepaalde voorwerpen kan herkennen. Operators zullen echter nodig blijven om op veilige afstand strategische beslissingen te nemen.

Herman van Bon

Zenderpark derde televisienet

DEN HAAG – De Nederlandse Omroepzendermaatschappij (NOZEMA) is op verzoek van de minister van WVC nagegaan welke werkzaamheden moeten worden verricht om tot een derde televisienet te komen en hoeveel tijd daarmee gemoeid zal zijn. Op advies van PTT heeft de NOZEMA gekozen voor die oplossing waarbij een snelle realisatie verzekerd is. Eind 1988 kan het totale zenderpark voor een derde televisienet (zeven hoofdzenders en acht hulpzenders) gereed zijn. Met dit project is een investeringsbedrag van rond de dertig miljoen gulden gemoeid.

De zenders voor het derde net zullen worden opgesteld op dezelfde lokaties als de zenders voor Nederland I en II. Zij worden gekoppeld aan de zendantennes die nu het programma Nederland II uitzenden.
Het plan voorziet erin dat medio 1987 als eerste de zendstations te Lopik en Smilde voor uitzending gereed zijn, zodat dan al meer dan 70% van de kijkers het derde programma kan ontvangen.

De zenders worden zo ingericht dat ook stereogeluid bij de uitzendingen mogelijk is. Het televisiesignaal zal vanuit de NOS-studio's door straalverbindingen naar de zendtorens worden getransporteerd.

▷

Zakennieuws

Motorola Inc. werd genoemd als de best geleide firma in Amerika door New Management magazine en ontving daarvoor de "Vanguard Corporation Award". De Vauguard Corporation Award gaat elk jaar naar een bedrijf, dat doelgericht werkt aan produktiekwaliteit, klantenservice, werknemersopleidingen en creatieve risico-dragende kwaliteiten in haar innovaties stopt.
Inl.: Motorola BV, Maarssenbroeksedijk 37, 3606 AG Maarssen (030) 439206.

Simac Electronics BV deelt mede dat zij het voornemen heeft om in 1986 beursnotering aan te vragen op de parallelmarkt te Amsterdam.
Inl.: Simac Electronics BV (040) 582911.

Onlangs is **BV Handelmaatschappij Malchus**, aangesteld als distributeur voor het complete *Amphenol* IDC (Insulation Displacement Connectors) en bandkabelprogramma in België en Nederland. Het programma omvat: Amphenol DDK (Japan) bandkabelconnectoren, Amphenol Tuchel (Duitsland) sub D en DIN 41612 bandkabelconnectoren en Spectra Strip (GB en USA) bandkabel en bandkabelconnectoren.
Inl.: Malchus, postbus 48, 3100 AA Schiedam (010) 373777.

Dawidenko Supplies BV maakt bekend dat *Polygram* een contract heeft afgesloten met *SKC (Sunkyong Chemical)* voor een compact-disc-fabriek in Zuid-Korea. Voor de nieuwe fabriek zal de technologie door Philips worden geleverd. Dawidenko is de exclusieve distributeur van SKC in Nederland.
Inl.: Dawidenko Supplies BV, postbus 208, 2200 AE Noordwijk (01719) 17000.

Sony Industrial heeft voor het bestellen U-matic cassettes een gratis servicetelefoon (06-0177). Ook 's-avonds kunnen bestellingen worden opgegeven.

De verkooporganistie van **Canon Nederland** zal worden gedecentraliseerd. Naast de bestaande organisatie, die zich zal richten op grote klanten, komen er vier regionale 'Canon Shops'. Men verwacht dat hiervoor honderd medewerkers meer nodig zijn.
Om deze plannen te realiseren is **CIS Nederland**, een organisatie die via zeven verkooppunten Canon produkten op de markt brengt, opgenomen in Canon Nederland. Het bedrijf heeft daarbij een naamsverandering ondergaan en heet thans **Canon Information Systems**.

De firma **Telecomponents Benelux BV** te Den Haag, is de nieuwe exclusieve vertegenwoordiger voor *Mitel Semiconductor*. Mitel Semiconductor is onderdeel van de Canadese telecommunicatiegigant Mitel Telecom, een bedrijf dat onder andere telefooncentrales fabriceert.
Inl.: Telecomponents Benelux BV, Lange Voorhout 92, 2514 EJ Den Haag (070) 631902.

ICI heeft zijn activiteiten met betrekking tot elektronica voor glasvezelcommunicatie uitgebreid door de overname van de connectorafdeling van de Zweedse firma *AB Stratos*.
De twee firma's hebben in december 1983 een "joint venture" opgericht – Stratos Ltd – voor de vervaardiging van optische vezelconnectoren voor telecommunicatiedoeleinden.
Inl.: ICI Holland BV, postbus 551, 3000 AN Rotterdam (010) 171911.

Apollo Computer heeft samenwerkingsovereenkomsten gesloten met zes Amerikaanse leveranciers van AI-software. In Nederland voert Apollo Computer BV onderhandelingen met twee Nederlandse software huizen die zich hebben toegelegd op Artificial Intelligence.
Inl.: Apollo Computer BV, Herculesplein 35, 3584 AA Utrecht (030) 511822 (ir. J.W. de Vries).

Racal heeft een nieuwe maatschappij – Racal International Instrumentation – opgericht. Racal Instrumentation verenigt de reeds bestaande organisaties Racal Recorders Limited en Racal-Dana Instruments Limited. De maatschappij zal de coördinatie verzorgen van de ontwikkeling, fabricage, marketing en de verkoop van elektronische instrumenten en data- en communicatie registratie apparatuur.

BMW heeft een belang van 23% in **Loewe Opta** verworven. Met deze deelname is een einde gekomen aan de reorganisatie van de eigendomsverhoudingen, die het gevolg was van de terugtrekking van Philips in het begin van 1985.
Behalve BMW heeft het management (51%) en TIG Technologie Investions (26%) een aandeel in het bedrijf, waarvan het vermogen 205 miljoen mark bedraagt. BMW is overigens ook mede-eigenaar van TIG, samen met de Dresdner Bank en de Bayerische Bankverein.
Loewe verwacht dat door de contacten met BMW de markt voor auto-elektronica gemakkelijker kan worden betreden. Van deze markt heeft men grote verwachtingen voor de toekomst.

Het Noorse bedrijf **Computas Communication** heeft met **Canadian Marconi** en **ITT Commercial Cable (UK)** overeenstemming bereikt over de levering van communicatiesoftware. Deze software, met de naam MicroTeletex, maakt het mogelijk met computersystemen (PC's, LAN's en terminals) gebruik te maken van teletex.

Applied Chemical Technologies (ACT) levert gefluorineerde vloeistoffen voor de fabricage van chips en PCB's van *Montefluos*. Ook chemicaliën van *Farmitalia Carlo Erba* kunnen worden geleverd.
Inl.: ACT, postbus 140, 3640 AC Mijdrecht (02979) 2401.

Sciento Belgium is een zusterbedrijf van het al wat oudere Sciento Nederland. Het leveringsprogramma omvat alle produkten waarvan Sciento de rechten voor de Benelux bezit, zoals Micro Vision beeldherkenners, Tanaka-Seiki spoelwikkelmachines, Wiedenbach inkjetprinters, MicroProfessor microcomputers, Keller CNC-programmatuur en de CS 113 educatieve robot.
Inl.: Sciento Belgium bvba, Amerikalei 220 bus 8, 2000 Antwerpen (03) 2379365.

Datex Holding, **Datex Software** en **Datex Systems** zijn verhuisd naar het kantoorgebouw Saturnus aan de Hogehilweg 5, 1101 CA Amsterdam. Het telefoonnummer is 020-97771. De twee andere bedrijven van de Datex-groep (Orga-info en Data View) blijven in Delft en Amersfoort gevestigd.

Gerretsen Trading heeft als nieuw adres Industrieweg 6, 3762 EK Soest. Telefoonnummer (02155-11504), telexnummer (73544) en postadres (postbus 500, 3760 AM Soest) zijn ongewijzigd.

Rosemount Benelux heeft thans zijn eigen pand. Het is gelegen aan de 's-Gravelandseweg 256 in Schiedam (postcode 3125 BK). Post kan worden gezonden naar postbus 196, 3100 AD Schiedam). Het telefoonnummer is 010-373122, het telexnummer is 25161.

Nitek Systems is verhuisd naar Almere. Het adres is De Steiger 3, 1351 AA Almere-Haven, postbus 50037, 1305 AB Almere-Haven, tel.: 03240-19560, telex: 70806.

De Duitse vestiging van **Fairchild Semiconductor** heeft een nieuw adres: Zweigniederlassung Neufahrn, Hans Braun Strasse 50, D-8065 Neufarhn, BRD. Ook het telefoon- en telexnummer zijn gewijzigd in 09-4981656180, respectievelijk 526770.

De technische service-afdeling van **Endress + Hauser** is telefonisch direct bereikbaar onder nummer 02159-16708.

Bij **Ericsson** is een telefooncentrale met doorkiesmoogelijkheid geïnstalleerd. Het algemeen nummer is 01612-9911.

ILP Nederland is verhuisd naar Vossenbrinkweg 1, 7491 DA Delden. Het telefoonnummer is 05407-62024, het telexnummer 44855 (t.a.v. ILP).

Personalia

Bij *ICA Europe* is **P. Hollenkamp** in dienst getreden als marketing director. Hij is verantwoordelijk voor de 'large accounts' van deze leasefirma. Voorheen was Hollenkamp werkzaam bij IBM.

Allinco krijgt een tweehoofdige directie. **G.J. Vogelaar** is per 1 december benoemd tot technisch directeur en **F.H.K. Ziekemeijer** tot commercieel directeur. Zij zijn de opvolgers van **P.L. Rietveld**, die een functie elders heeft aanvaard.

Bij *Data General* is **Charles M. Boesenberg** benoemd tot vice president en algemeen directeur voor Europese activiteiten. Hij volgt **Raymond Fortune** op, die senior vice president, verantwoordelijk voor de internationale verkoop en marketing, is geworden. Ook **Colin Crook** is benoemd tot senior vice president met in zijn takenpakket de ontwikkeling op technologisch en zakelijk terrein.

Hewlett-Packard Nederland heeft afscheid genomen van **J. Schapers** als algemeen directeur. Hij is benoemd tot director corporate development. Zijn opvolger is **drs. H. van der Velde**.

Jan van der Veer, managing director van TM Data Nederland, is thans tevens vice president van de moedermatschappij *Terminal Mart Holding*.

Als district sales manager van de sectie voor verkoop en service aan dealers en OEM's is bij *Digital Equipment* **G. Amsing** aangesteld. Hij is opvolger van **W.J. van Nieuwenhuyzen**, die sinds kort de functie van country sales manager bekleed. Zijn collega van de sectie die zich richt op de verkoop en service aan financiële en dienstverlenende instellingen, transportorganisaties, telecommunicatie, chemische en industriële bedrijven is **M.M. van 't Root**, die de opvolger is van **J. Poort.** Laatsgenoemde is benoemd tot country marketing manager.

Bij *Koning en Hartman* is **J.W. Nijenhuis** teruggetreden als algemeen directeur. Hij blijft als adviseur voor speciale projecten aan het bedrijf verbonden. Zijn opvolger is **drs. R.G.J.T. Vingerhoed**, die al als plaatsvervangend directeur aan K&H was verbonden.

Dr.ir. Thomas Reith is benoemd tot buitengewoon hoogleraar in de bedrijfskundige technologie aan de *Rijksuniversiteit Groningen*. Hij is sinds 1979 director of process engineering bij AKZO.

Elektronica grootste geldverdiener in Taiwan

Regering stimuleert fabricage high-tech produkten

Ondanks de wereldwijde recessie vertoont Taiwan's meest dynamische industrietak, de elektronica, nog steeds een stijgende tendens. Tot juni van dit jaar werd een groei van drie procent ten opzichte van dezelfde periode in 1984 genoteerd.
Het ziet er naar uit, dat de jarenlange inspanningen van regering en bedrijven om de overstap van imitatie naar innovatie, van low-tech naar high-tech, eindelijk vruchten gaat afwerpen.

De slagader van de elektronica-industrie op het eiland bijvoorbeeld, de halfgeleiderindustrie, breidt zich ondanks de internationale malaise in de elektronica- en computerwereld razendsnel uit. In het eerste halfjaar van 1985 werd al voor S$ 322 miljoen aan halfgeleiders geëxporteerd, ruim $ 11 miljoen meer dan in dezelfde periode van 1984. Het totaal van vorig jaar nl. $ 623 miljoen was met een stijging van 43% ten opzichte van 1983 als een reuzestap vooruit.
De groei van geïntegreerde schakelingen is in dit opzicht van dubbel belang omdat IC's meer en meer de 'primitieve' halfgeleidercomponenten in bijna alle soorten elektronische produkten voor consumenten en de industrie gaan vervangen. In het eerste halfjaar van 1985 steeg de export van digitale IC's met 32,8%, die van lineaire IC's 5,7%. Halverwege 1985 bedroeg de export aan IC's $ 224 miljoen, het totaal van 1984 zo'n $ 470,1 miljoen.

Dankzij de brede basis waarover Taiwan's elektronica-industrie beschikt kan het de periodieke recessies in de bedrijfstak behoorlijk opvangen. De 2.600 elektro- en elektronica-fabrikanten vervaardigen een uitgebreide reeks produkten: *onderdelen* en *componenten* als IC's, transistoren, dioden, beeldbuizen, schakelaars, micromotoren en PCB's; *consumentenprodukten*, zoals TV's, video's, radio's en *industriële produkten*: intercoms, telefoons, schakelpanelen, computersystemen, software en beeldschermen.

STRATEGISCH

Een voorname rol in Taiwan's elektronica-industrie speelt de regering, die in 1980 met haar Tien Jaren Ontwikkelings Plan de elektronica tot een strategische industrie voor 's lands economische groei verklaarde. Sindsdien worden alle krachten gebundeld om deze tak uit te breiden en te ontwikkelen en wel op zeven specifieke terreinen, nl. componenten, dataprocessing, software, communicatie- en testapparatuur, industriële elektronica en consumentenelektronica.
Een van de voornaamste, door de regering gesteunde, initiatieven is het Taiwanese equivalent voor Silicon Valley: het *Hsinchu Science-based Industrial Park* met een oppervlakte van ca. 2.075 ha., zestig km ten zuiden van Taipei gelegen. Onder supervisie van het Industrial Park Administration, de National Science Council en de Electronics Research & Service Organization (ERSO) wordt hier gewerkt aan een distantiëring van de zgn. low-end produkten en nageaapte ontwerpen.
Low-end (lage prijs, slechte kwaliteit) biedt geen toekomst. Nieuw opkomende, lage lonen landen kunnen met namaak slechts handelsbetrekkingen op de lange termijn met de VS en Japan schaden: Taiwan's grootste handelspartners. De regering heeft daarom geïnvesteerd in hogere technologie en betere kwaliteit.
Men verwacht dat het Hsinchu Park tegen 1989 zo'n 150 tot 200 producerende fabrikanten zal hebben gehuisvest. Het park biedt wat onderzoek en ontwikkeling betreft een aantal faciliteiten, zoals samenwerking met een aantal nabijgelegen universiteiten, research-instituten en privé-organisaties. Inmiddels zijn zo'n 48 ondernemingen tot het park toegelaten, waarvan er thans een dertigtal produktief zijn.

HYPERMODERN

Het ERSO houdt zich ondertussen bezig met de ontwikkeling van een geschikte technologie voor de Taiwanese industrie en het verstrekken van uitgesteste produktiemethoden voor de fabricage van high-tech produkten. Dit betekent voor de deelnemers een aanzienlijke tijdsbesparing en verkleining van het risico bij het ontwerpen van nieuwe items.
Het meest doorslaggevend is misschien wel ERSO's rol bij het ontwerpen van IC's geweest: meer dan 150 variëteiten in de afgelopen tien jaar.
In 1983 begon het ERSO met een vijfjarenplan dat de ontwikkeling van de VLSI technologie tot doel had. Thans staan *Vitelic Corp.*, *Quasel Inc.* en *Mosel*, elk onder Chinees/Amerikaans beheer, op het punt de produktie van VLSI-circuits in Taiwan te beginnen.
Het ERSO loopt voorop bij het streven naar nieuwe ontwerpen, gebaseerd op geavanceerde IC-technologie. Daarvoor heeft het de beschikking over hypermoderne research-faciliteiten, de op een na grootste waferproduktie-eenheid en bijna 1.600 werknemers, waaronder vele ingenieurs. Ook 's lands regering laat zich niet onbetuigd. Zo kent ze een aantal stimulerende maatregelen als goedkope leningen, perioden met vrijstelling van belasting, het verstrekken van kapitaal voor grond-aankopen, ja zelfs het ter beschikking stellen van beginkapitaal om buitenlandse investeerders aan te trekken.
Hewlett-Packard, bijvoorbeeld, helpt momenteel *Formosa Plastics Group* met de bouw van een tot in hoge graad geautomatiseerde 'fabriek van de toekomst' voor de fabricage van printkaarten. Waarde $ 20 miljoen.
De vorig jaar opgerichte *New Development Corp.* werd het eerste bedrijf, dat exclusief voor *IBM* gedurende vijf jaar low-end computerprodukten mag ontwikkelen. De Amerikaanse gigant *AT&T* is betrokken bij een joint venture ter waarde van $ 40 miljoen voor de produktie van digitale schakelsystemen.

INTERESSANT

Taiwan's groei, de aanwezige know-how en de economische stimulansen van de overheid hebben klaarblijkelijk voor een uiterst interessant investerings-pakket gezorgd. Een recent onderzoek onder meer dan 760 Amerikaanse elektronicabedrijven toonde aan dat Taiwan de achtste plaats bezette van landen, waar het beste geïnvesteerd kon worden. Het onderzoek, uitgevoerd door de Britse research-organisatie Electronics Location File, liet bovendien zien, dat geen enkel ander Zuid-Oost Aziatisch land bij de eerste tien te vinden was.
Goed nieuws dus voor de Taiwanese zakenlieden, die de concurrentie van vooral Korea steeds meer voelen. Tot nog toe is Taiwan er in geslaagd door kostenbeperkende maatregelen, hogere technologie, betere ontwerpen en marketing, de slag in haar voordeel te beslissen.
Het Industrial Development Bureau heeft de hulp ingeroepen van het Amerikaanse adviesbureau Arthur D. Little om te bekijken in hoeverre de verkoop en service in de Verenigde Staten verbeterd kunnen worden.
Zoals de toekomstige trends in de industrie voor de hand liggen: halfgeleiders (vooral IC's en VLSI's), high-tech, meer nadruk op onderzoek en ontwikkeling en vernieuwingen, zijn ook de problemen, inclusief marketing, genoegzaam bekend. Fabrikanten die zich toeleggen op namaak, hebben geen behoefte aan deskundigheid op marketing-gebied en veel Taiwanese bedrijven beseffen maar al te goed, dat ze op dit punt weinig ervaring hebben. *Multitech*, bijvoorbeeld, brengt zijn IBM-compatible PC in Europa en Zuid-Oost Azië onder eigen naam op de markt. Voor Noord-Amerika heeft het bedrijf de hulp ingeroepen van Applied Digital Data Systems Inc. (ADDS), een dochtermaatschappij van NCR Corp., waar de PC onder het ADDS-label verkocht zal worden.

EERBIEDWAARDIG

R&D heeft ook zijn nadelen. Een moderne Taiwanese (zaken-) 'wijsheid' is de stelling dat het snelste dollars gemaakt kunnen worden met het kopiëren van populaire Amerikaanse produkten en deze massaal tegen afbraakprijzen op de markt te dumpen. Deze handelswijze komt voort uit de eerbiedwaardige Chinese traditie van het alsmaar nadoen van de meester. Japan heeft zich in een recordtijd van het piratenblazoen kunnen ontdoen dankzij een 'beste van de groep'-mentaliteit.
Chinezen zijn individualisten. Een oud Chinees gezegde luidt: „Het is beter de kop van een kip te zijn dan de staart van een os". Het is dan ook niet verwonderlijk dat Taiwan overvloeit van goed opgeleide ingenieurs en gretige ondernemers, maar slechts weinig bedrijven, die groot genoeg zijn om zich goede R&D te kunnen permitteren. Natuurlijk kan zo'n mengelmoes van kleinschalige bedrijfjes ook een voordeel blijken.

Een ander probleem is dat met het omschakelen van Taiwan van low-end naar high-tech produkten, de merkbekendheid op de buitenlandse markt door OEM-produktie (OEM = Original Equipment Manufacturing) nogal vaag is. Om die reden legt het ERSO zoveel nadruk ▷

op de IC- en VLSI-technologie. Het instituut gelooft dat dit de enige manier is om een klantenkring op te bouwen omdat het gereed produkt op deze manier duidelijk te onderscheiden is en daardoor ook op de buitenlandse markt onder eigen merknaam duidelijk herkenbaar kan zijn. Bovendien kan de levering van chips in tijden van schaarste hierdoor verzekerd worden.

RESERVES

Taiwan beschikt over het benodigde kapitaal voor research, ontwerp en ontwikkeling. Het land bezit minstens voor $ 20 miljard aan reserves in vreemde valuta, de export blijft in zijn geheel genomen nagenoeg constant ondanks de periodieke dalingen en het volk ziet kans zo'n dertig procent van het bruto nationaal produkt te sparen!

De meest gefortuneerde zakenlieden in Taiwan hebben hun rijkdom vergaard op low-tech markten als textiel, speelgoed en meubilair. Leer een oude hond nieuwe trucs mag dan wel geen Chinees gezegde zijn, van toepassing is het in dit verband wél.

Daarom is de inbreng van de regering ook zo belangrijk. Zo bracht zij in 1979 een bedrag van $ 8 miljoen op tafel en wist bovendien een achttal banken en bedrijven over te halen nog eens $ 4,4 miljoen te fourneren voor de oprichting van *United Microelectronics Corp.*, een bedrijf dat zich bezighoudt met de produktie van eenvoudige chips voor rekenmachientjes, horloges en thans ook geheugenchips voor computers.

Vandaag de dag heeft de elektronica-industrie zich als money-maker bewezen. In 1983 al verving ze de textielbranche als voornaamste buitenlandse valutabron. Zelfs de oude garde, zoals Formosa Plastics – Taiwan's grootste conglomeratie van privé-ondermingen, is overstag gegaan en investeert thans in de toekomst.

C. John Vrolyks

Beverige handtekening na etentje buitenshuis?

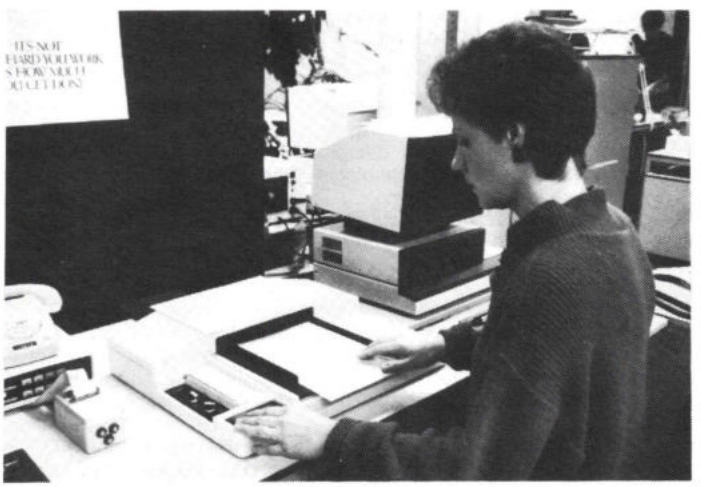
Gaat u maar afwassen!

NORWALK (VS) – Optische karakterherkenning, gekoppeld aan on-line verificatie van handtekeningen zal in de toekomst het gebruik van creditcards doen toenemen, beweert een nieuw 237 pagina's tellend onderzoekrapport van International Resource Development Inc. Het rapport voorziet een snelle groei van optische karakterherkenning (OCR) en andere beeldverwerkingstechnologieën over een breed spectrum van gespecialiseerde marktsectoren, waaronder de verificatie van creditcards, de administratieve verwerking van cheques en het 'zoekwerk' voor juristen.

„Als de drie Martini's bij de lunch lunch uw handtekening beverig maken, zal u weldra worden gevraagd om contant te betalen of om borden te gaan wassen", voorspelt *Marianne Bosomworth* van het IRD onderzoekteam, dat een aanzienlijke teruggang voorziet van fraude met creditcards dankzij deze nieuwe technologie. „Maar ook zal door on-line verificatie en daaraan gekoppelde on-line verwerking de betaling van de lunch per creditcard al na één of twee dagen worden uitgevoerd in plaats van één of twee maanden", zegt mevrouw Bosomworth

Een in zwang komend toepassingsgebied van OCR voor handtekening-verificatie is de behandeling van cheques bij banken. Het besnoeien op het aantal gebruikte documenten, bijvoorbeeld bij het betalingsverkeer, wordt momenteel gepropageerd om kosten te beperken.

Een oliemaatschappij, Amoco, past dit al toe bij de centrale verwerking van creditcard-slips. Daarbij leest een OCR voorzien van een beeldprocessor de numerieke gegevens op de creditcard-slips op de 'traditionele' manier. Maar de beeldprocessor maakt ook een facsimile van elke handtekening op elke slip van de cliënt. Al deze gegevens worden ter verwerking in de computer gebracht en op één enkele pagina van de afrekening voor de cliënt overgebracht. Op deze manier is het voor de maatschappij niet meer nodig om van iedere creditcard-slip een kopie naar de cliënt op te sturen. Het IRD-rapport laat evenwel doorschemeren dat banken wellicht de stap van de handtekening-verificatie zouden kunnen overslaan en de cliënt zelf zijn of haar papieren kunnen te laten controleren.



Ook op de redactie van Elektronica wordt veelvuldig gebruik gemaakt van een OCR-bladlezer.

De massale toename van het aantal juristen de laatste twintig jaar en een corresponderende toename in kwantiteit, zo al niet kwaliteit, van gedingen heeft een enorme nog niet aangeboorde markt voor OCR-apparatuur opgeleverd.

Veel van de rechtszaken liggen op het gebied van produktbetrouwbaarheid, malversaties, civiele zaken en milieukwesties. „Deze zaken brengen vaak een opeenstapeling en verwerking van kolossale hoeveelheden informatie mee", zegt Marianne Bosomwordt van IRD. „En", zo vervolgt zij, „OCR bladlezers, bediend door personeel op beginnersniveau, zouden een doelmatig alternatief kunnen zijn voor het vervelende telkens opnieuw invoegen van lange, vaak technische stukken door betrekkelijk dure typistes". Daar komt nog bij, dat de meeste documenten die in een computer worden gevoerd met on-line OCR bladlezers afkomstig zijn van gedaagden, eisers en andere partijen en overheidsinstellingen die algemeen beschikbare schrijfmachine/printer-lettertypen en -grootten gebruiken en ideale 'kandidaten' voor OCR verwerking zijn. De grillen en kunsten van commercieel gezette stukken met ongebruikelijke lettersoorten en moeilijke pagina-layouts baren in dit geval dus niet zo'n zorg als op andere terreinen. Een eerste succes is er al: enige advocatenkantoren berichten dat de verzending van documenten die aan een bepaalde termijn gebonden zijn dankzij het gebruik van OCR-apparatuur reeds met 100% is toegenomen.

„Er is echter een probleem met het uiterlijk van de nieuwe apparatuur. Advocaten vinden dat het 'high-tech chroom en die zwart-witte kasten' niet in overeenstemming zijn met hun stemmige kantoordecor en dat van hun bibliotheken. Als de OCR-leveranciers genoeg commentaar krijgen op het uiterlijk van hun produkt dan is de oplossing eenvoudig: voer de OCR-apparatuur uit met leer of fluweel (uiteraard enigszins versleten) als stoffering en/of in mahonie", aldus Bosomworth.

Drukkers en uitgevers zouden een aantal redenen kunnen hebben om OCR-technologie bij hun werk toe te passen. Enige uitgevers gebruiken OCR voor van buiten verkregen tekst. Bosomworth acht personal computers daarbij geen ernstige bedreiging. „Ondanks het feit dat veel auteurs voor het produceren van hunt tekst op personal computers overgaan, zal veel tekst geleverd blijven worden in vormen die niet compatibel zijn met het computersysteem van de uitgever, zodat een multilettertype-OCR-bladlezer hoogst wenselijk zal worden". OCR-apparatuur zou het zeten van extern geproduceerde tekst kunnen versnellen en wanneer uitgevers zich haasten om elkaar de loef af te steken, kan geautomatiseerde tekstinvoering wel degelijk het verschil betekenen tussen wie het eerst komt of tweede is. Verkopers van OCR-apparatuur zullen ook gelegenheden – en volop concurrentie – vinden op het gebied van het sorteren van post en bij het traditionele circuleren van stukken, meent het IRD-rapport.

Nadere bijzonderheden over het $ 1850 kostende rapport (–669), getiteld Optical Character Recognition, met een inhoudsopgave en toelichting zijn verkrijgbaar bij:

IRD, 6 Prowitt Street, Norwalk, CT 06855 USA, tel.: (203)866-7800, telex: 643452.

Praktijktraining van CIAD

ZOETERMEER – CIAD zal in 1986 in de maanden februari en mei 1986 weer CAD-praktijktrainingen verzorgen. Deze praktijktrainingen geven de cursisten de gelegenheid praktische ervaring op te doen met het werken met verschillende CAD-systemen.

De trainingen die dit jaar zijn gehouden, hebben uitgewezen dat de combinatie van theorie en praktijk die in de cursus wordt aangeboden, voorziet in een grote behoefte. De ervaring leert ook dat in een tijdsbestek van één of twee dagen een goede indruk gekregen kan worden van de mogelijkheden van de diverse CAD-systemen. De cursisten worden daarnaast in staat gesteld, door het werken met verschillende systemen, een vergelijking te maken tussen de mogelijkheden van de verschillende systemen.

De opzet van de CAD-praktijktraining is: 1 middag theorie, 5 hele dagen praktijktraining en 1 middag evaluatie.

Inl.: CIAD, ir. B.G. Luttikhuizen, postbus 74, 2700 AB Zoetermeer (079) 219324.

ACTUEEL

Uitbreiding postdoctorale opleiding micro-elektronica aan TH-Delft

DELFT – De afdeling der Elektrotechniek van de Technische Hogeschool in Delft gaat de promotie van jonge begaafde academici tot doctor in de technische wetenschappen sterk stimuleren. Daartoe wordt een begin gemaakt met het verder vormgeven aan en het uitbreiden van de reeds lang bestaande vierjarige postdoctorale opleiding in de Elektrotechniek.

Als eerste heeft de sector Micro-elektronica haar plannen, in een Engelstalige folder, bekend gemaakt. De andere sectoren van de afdeling der Elektrotechniek in Delft zullen binnenkort volgen. De postdoctorale opleiding in de micro-elektronica bestaat uit een vierjarige opleiding, die wordt afgesloten met een academische promotie. Tot deze postdoctorale fase kunnen Nederlanders worden toegelaten, die hun doctoraal examen in de Elektrotechniek, in de (Technische) Natuurkunde of de Informatica met uitstekende studieresultaten (veelal cum laude) hebben afgesloten. Ook buitenlandse studenten kunnen worden toegelaten, indien ze, naast uitstekende studieresultaten, toestemming hebben gekregen van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen. Daarnaast beoordeelt een selectiecommissie in de Afdeling der Elektrotechniek te Delft de geschiktheid van de kandidaten voor de wetenschappelijke postdoctorale opleiding.

De afdeling der Elektrotechniek in Delft biedt de postdoctorale studenten, ook assistenten in opleiding (aio's) genoemd, de mogelijkheid zich grondig op de vele gebieden van de moerne micro-elektronica te bekwamen. Van de studenten wordt verwacht, dat ze de, voor de verdere studie in de micro-elektronica noodzakelijke, eventueel ontbrekende kennis in het eerste jaar aanvullen.
De postdoctorale studenten krijgen een salaris, dat van verschillende instanties afkomstig kan zijn, te weten: de Technische Hogeschool in Delft, de Nederlandse organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (ZWO), de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM), de Stichting voor de Technische Wetenschappen (STW), het Delftse Hogeschoolfonds (DHF) en de industrie.

In het kader van de samenwerking met de andere TH's richt de TH-Delft zich vooral op de studie van de analoge geïntegreerde elektronica, de geïntegreerde sensoren en het computerondersteund ontwerpen van geïntegreerde schakelingen. De micro-elektronicavakgroepen beschikken over een IC-atelier, bemand door kundig en enthousiast personeel, waar de ontwerpen van studenten en medewerkers reeds gedurende vele jaren worden gerealiseerd.
Binnenkort zal, dankzij financiële steun van de overheid en de TH Delft, worden begonnen met de bouw van een nieuw instituut, het DIME (Delfst Instituut voor Micro-Elektronica).

INMARSAT dicht gat in satelliet-communicatienet

LONDEN – De in Londen gevestigde International Martime Satellite Organisation INMARSAT wil een gat in het wereldomspannend satellietcommunicatienet dichten, waardoor schepen in de jaren negentig extra radio-apparatuur wordt bespaard.

INMARSAT heeft één van zijn operationele satellieten boven de Atlantische Oceaan gestationneerd en een andere boven de Stille Oceaan. Hun feitelijke lokaties laten in werkelijkheid een gebied ter grootte van 5 graden of circa 300 zeemijlen aan de evenaar onbestreken. Dit gebied ligt ten Westen van Centraal en Zuid-Amerika.
Tegen de achtergrond van de nieuwe regels die zijn voorgesteld voor een wereldomvattend nood- en veiligheidssysteem, behoeven de schepen, die binnen het satellietbereik opereren, alleen maar satellietcommunicatie-apparatuur te voeren. Maar de schepen die zich buiten het bestreken gebied ophouden zullen nog steeds van de conventionele radio-apparatuur voorzien moeten zijn.
INMARSAT zegt dat door het dichten van de smalle kloof in het wereldomvattend satellietstelsel men met een beperkter scheepsbemanning toe zou kunnen en eveneens de communicatie voor operationele doeleinden en beveiliging zou verbeteren. Tijdens de laatste bijeenkomst van de INMARSAT Council werd in principe besloten, zodra dit praktisch uitvoerbaar werd geacht het gat in de Stille Oceaan te dichten. Het zou gedicht kunnen worden door bestaande satellieten te herplaatsen of een in omloop zijnde satelliet in te schakelen. In het eerstgenoemde geval zou dat betekenen dat enige bestaande grondstations met andere satellieten dan de huidige zouden moeten opereren.

Februari

3...4 Parijs
Factory of the future
Inl.: TMSA FF Conference, c/o State of the Art Ltd., Victoria House, Suite M9, Southampton Row, Londen WC1B 4EF, Engeland, tel.: 09-4412424045, tx: 8953745.

3...4 Londen
Cost estimating seminar
Inl.: TMSA FF Conference, c/o State of the Art Ltd., Victoria House, Suite M9, Southampton Row, Londen WC1B 4EF, Engeland, tel.: 09-4412424045, tx: 8953745.

4...7 Keulen
Domotechnica
Inl.: Messe- und Ausstellungsgesellschaft mbH, postfach 210760, 5000 Keulen 21, BRD, tel.: 09-492218211, tx: 8873426.

4...7 Londen
Effective skills for technical management
Inl.: Jan Elwick, ICS Publishing (UK) Co. Ltd., 3 Swan Court, Leatherhead, Surrey KT22 8AD, Engeland, tel.: 09-44372379211, tx: 915133.

4...8 Utrecht/Jaarbeurs
Installatie
Inl.: Koninklijke Nederlandse Jaarbeurs, postbus 8500, 3503 RM Utrecht (030) 955911.

5...8 Hamburg
9th European congress fair for technical communications
Inl.: Online GmbH, postfach 100866, 5620 Velbert 1, BRD, tel.: 09-49205123071, tx: 8597500.

18...20 Londen
Electronics Design Show
Inl.: Morgan-Grampian Exhibitions Ltd., Morgan-Grampian House, 30 Calderwood Street, Woolwich, Londen, SE18 6QH, Engeland, tel.: 09-4418557777, tx: 896238.

18...21 Gotenburg
Infotrans
Inl.: Svenska Mässan Stiftelse, Box 5222, 40224 Gotenburg, Zweden, tel.: 09-4631200000, tx: 20600.

18...21 Londen
Digital image processing
Inl.: Jan Elwick, ICS Publishing (UK) Co. Ltd., 3 Swan Court, Leatherhead, Surrey KT22 8AD, Engeland, tel.: 09-44372379211, tx: 915133.

18...21 Londen
Designing real-time hardware for digital signal processing
Inl.: Jan Elwick, ICS Publishing (UK) Co. Ltd., 3 Swan Court, Leatherhead, Surrey KT22 8AD, Engeland, tel.: 09-44372379211, tx: 915133.

20 Den Haag/Data Adviescentrum
Logistiek management
Inl.: Data Adviescentrum, postbus 16068, 2500 BB Den Haag, (070) 782020.

24...28 Birmingham
Electrex
Inl.: Electrical Engineers' Exhibition Ltd., Wix Hill House, West Horsley, Surrey, Engeland, tel.: 09-44483222888, tx: 859460.

25 Eindhoven
Studiedag: Integreren van een idee
Inl.: WTCE-Eindhoven (040) 442575.

25...27 Glasgow
SEPTS
Inl.: Cahners Exposition Ltd., Chatsworth House, 59-61 Londen Road, Twickenham, TW1 3SZ, Engeland, tel.: 09-4418915051, tx: 936028.

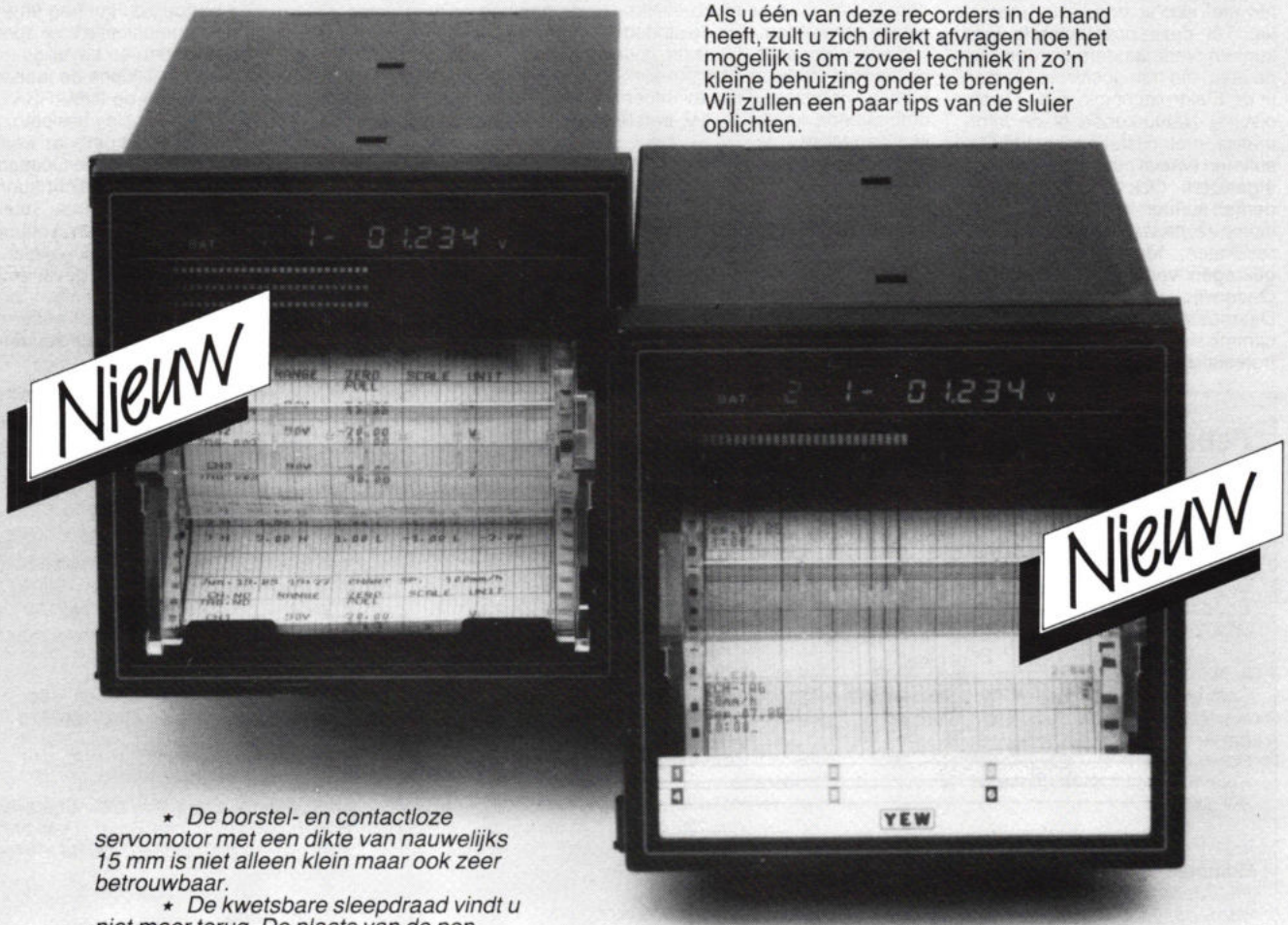
25...28 Londen
Relational database systems
Inl.: Jan Elwick, ICS Publishing (UK) Co. Ltd., 3 Swan Court, Leatherhead, Surrey KT22 8AD, Engeland, tel.: 09-44372379211, tx: 915133.

26/2...2/3 Lissabon
Technofil
Inl.: Feira Internacional de Lisboa, Praca das Industrias, Lissabon 3, Portugal, tel.: 09-3516390448, tx: 15650.

28 Den Haag/Data Adviescentrum
Laserprinters; technieken en toepassingen
Inl.: Data Adviescentrum, postbus 16068, 2500 BB Den Haag, (070) 782020.

Omdat u meer van uw recorder verlangt, heeft YEW er intelligentie aan toegevoegd

Als u één van deze recorders in de hand heeft, zult u zich direkt afvragen hoe het mogelijk is om zoveel techniek in zo'n kleine behuizing onder te brengen. Wij zullen een paar tips van de sluier oplichten.



** De borstel- en contactloze servomotor met een dikte van nauwelijks 15 mm is niet alleen klein maar ook zeer betrouwbaar.*

** De kwetsbare sleepdraad vindt u niet meer terug. De plaats van de pen wordt op ultrasone wijze vastgesteld.*

** Het inktsysteem; geen gemier met inktflesjes "filt tips" of andere pensystemen; de zes kleuren lintcassette draait maandenlang feilloos door.*

** U kunt niet alleen elk ingangskanaal vrij programmeren, u kunt ook elk kanaal via bar graph, digitale aanwijzing of via de pen snel en duidelijk aflezen.*

** Wij willen u deze onderhoudsvriendelijke en veelzijdige recorder graag demonstreren omdat één demonstratie u meer zegt dan deze tekst.*
Belt u 033-12924. Wij hebben verschillende modellen voor u klaar staan.

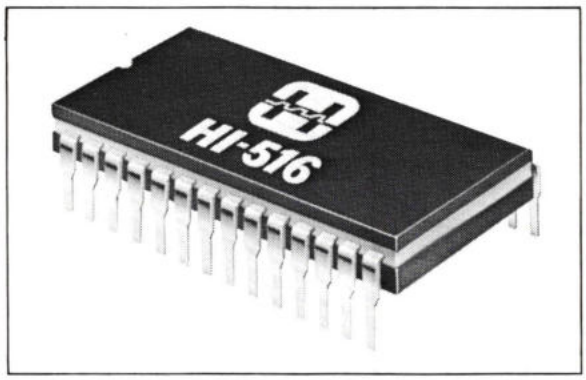
YOU & YEW
BOTH WINNERS

YEW
YOKOGAWA ELECTROFACT

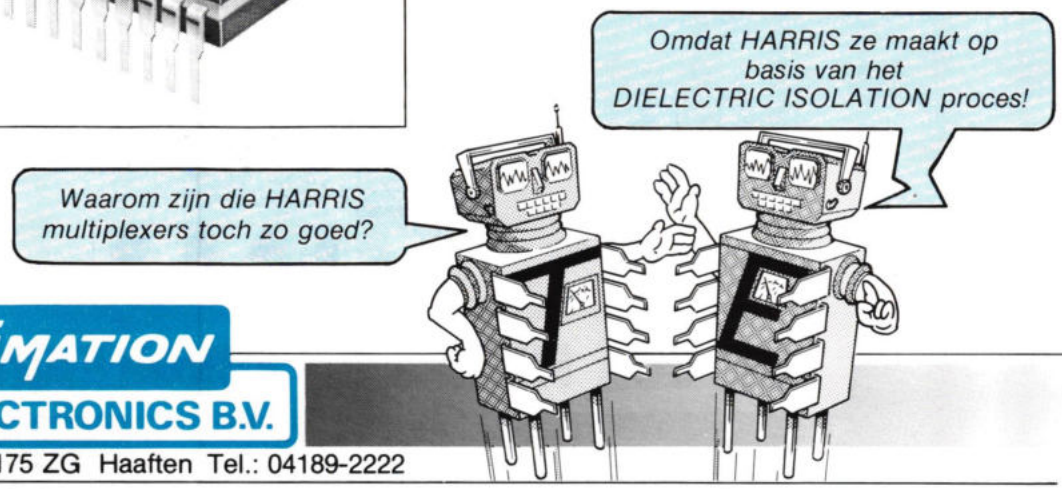
Yokogawa Electrofact b.v.
Radiumweg 30, 3812 RA Amersfoort
Tel.: 033-12924

HARRIS

Analoge CMOS Schakelaars en Multiplexers



- **gelatchte** adresingangen — HI-50XL Familie
- **echte** overspanningsbeveiliging — HI 50X A
- **zeer snelle** schakeltijden — HI-516/518
- **video** signalen — HI-524
- **milli Volt** signalen — HI-539
- **Laagohmige** schakelaars — HI-30X Familie



TECHMATION
ELECTRONICS B.V.
Postbus 9, 4175 ZG Haaften Tel.: 04189-2222

ITT

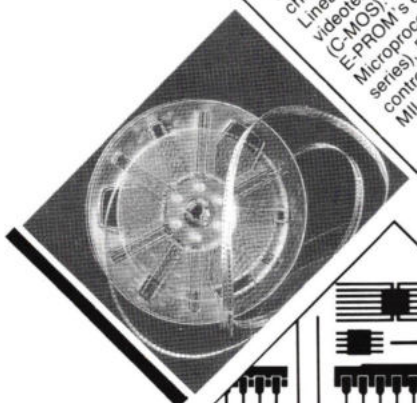
Geheel tot Uw dienst voor halfgeleiders

Thomson een economische keus.

Small signal diodes, transistors, fast recovery diodes, zener en temp. compensated diodes, suppressors TRANSIL en TRISIL, switching power transistors, triacs, alternistors, thyristors, chips en wafers. Linear IC's, modem IC's, videotext en teletext IC's (C-MOS), E²PROM's en dynamic RAM's. Microprocessors (6800-68000 series), Peripherals, micro-controllers COP's. MIL-spec komponenten.

SMD komponenten nu voor de prijs van de standaard configuratie.

THOMSON Semiconductors



Postbus 345
2700 AH Zoetermeer
Telefoon 079 - 410224

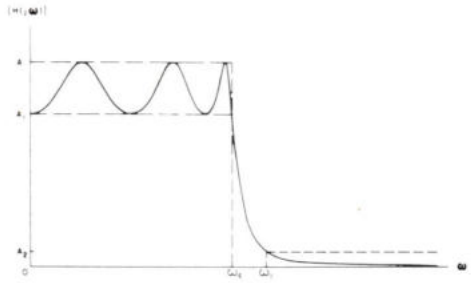
erfi

Het systeem dat overtuigt door kwaliteit tot in het kleinste detail

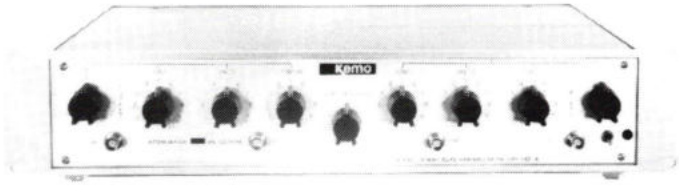
Arbeidsplaatssystemen met modulaire Erfi-apparatuur.
Ook anti-statische uitvoeringen.

SITE SERVICE BENELUX
Test- en meetapparatuur & arbeidsplaatssystemen
Postbus 1344, 4700 BH Roosendaal
BEL: 01650 - 50788

FILTERS OP MAAT



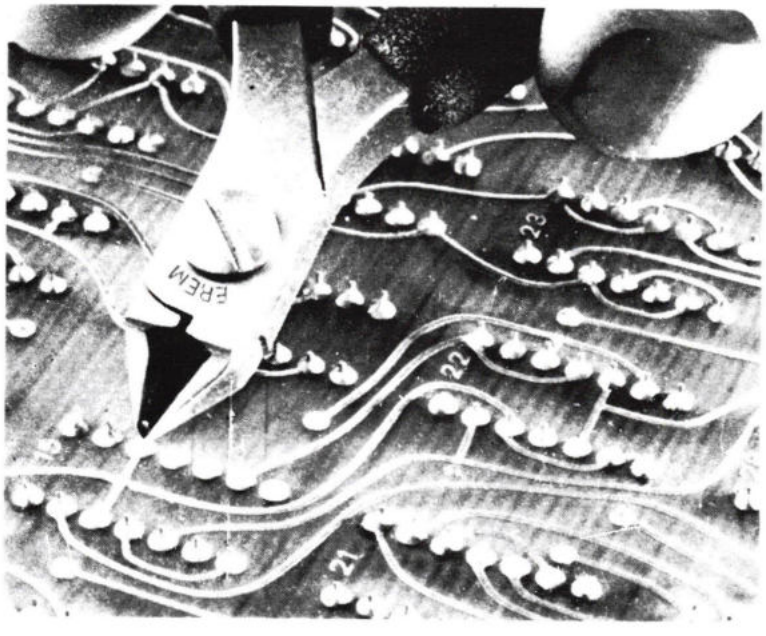
Filters met geoptimaliseerde fase karakteristiek 24 tot 135 dB/oct. High pass, low pass, bandpass, bandreject. Systemen tot 32 kanalen. Passieve filters, ook volgens klantenspecificatie.



NU OOK FILTERS OP EUROKAART

TEKELEC TA AIRTRONIC

Postbus 63, 2700 AB Zoetermeer, Telefoon 079-310100



Voor elk werk de juiste tang

Technical Tools laat U kiezen uit een sortering van ruim 300 verschillende tangen. Zijkniptangen, kopkniptangen, striptangen, speciale tangen voor het plaatsen en verwijderen van IC's, enz., enz.

Verder leveren wij een kompleet programma voor de electronica-werkplaats; van Afstelgereedschap tot Zuiglitze.

U kunt het allemaal vinden in onze catalogus. Even bellen!

Tangen van de volgende fabrikaten liggen bij ons op de plank:

BAHCO-Zweden **BELZER**-Germany **EREM**-Swiss
CRESCENT-USA **LINDSTRÖM**-Sweden **XCELITE**-USA

TECHNICAL TOOLS B.V.
Postbus 22031 - Hoogstraat 62-64 - Rotterdam - Tel. 010-125697 en 125874.

Philips zet vaart achter Mega-project

Tussenbalans van technologische vorderingen

Om de aansluiting met Amerikaanse en Japanse technologie niet volledig te verliezen, is de Europese halfgeleiderindustrie gedwongen mee te gaan in de uiterst kostbare ontwikkeling van een verzameling technieken die het mogelijk zullen maken uiteenlopende IC's met submicrometer-structuren te realiseren. Europa's twee halfgeleidergiganten Philips en Siemens werken daartoe sinds het najaar van 1984 samen in het Mega-project. Beide ondernemingen zijn intussen voortvarend aan de slag gegaan. Berichtten we eerder over de stand van zaken bij Siemens (zie E85/21, pagina's 12 en 13), in dit artikel zullen we stilstaan bij de vorderingen die inmiddels in Eindhoven zijn gemaakt. Op het terrein van het Natuurkundig Laboratorium verrees voor het Mega-project in korte tijd een vijftal gebouwen. Binnenskamers verrichtte Philips' Mega-team bovendien al veel voorbereidend werk.

Teneinde beheersing van de met Siemens overeengekomen CMOS-submicrometer-basistechnologie mogelijk te maken, werkt Philips aan een 1-Mbit statisch RAM (SRAM). Siemens koos een 4-Mbit dynamisch RAM (DRAM) als „trekpaard" voor deze technologie. Beide geheugens hebben dezelfde complexiteit. Als vuistregel geldt namelijk dat een SRAM vier maal zoveel transistorfuncties bevat als een DRAM. Een 256-Kbit SRAM komt derhalve voor wat de complexiteit betreft overeen met een 1-Mbit DRAM, een 1-Mbit SRAM met een 4-Mbit DRAM, enzovoort.

OPTISCHE LITHOGRAFIE

Vooralsnog zijn de doelstellingen van het Mega-project gericht op het realiseren van kleinste lithografische details van 0,7 μm (transistor-kanaallengten). Hoewel het oplossend vermogen van röntgen- en elektronenbundel-lithografie (respectievelijk ongeveer 0,5 ... 3 nm en 0,05 nm) vele malen groter is dan van UV-fotolithografie (ongeveer 400 nm), werd toch van eerstgenoemde methoden afgezien. Röntgenlithografie zou namelijk een omvangrijke en zeer kostbare opslagring voor synchrotronstraling vergen, die bovendien in de huidige vorm niet geschikt is voor toepassing in een IC-fabriek. Het bekende probleem van schrijvende elektronenbundels is de zeer geringe produktiviteit. Door vectoraftasting kan men, althans in theorie, een tienvoudige produktiviteitsverbetering bereiken, wat voor het beschrijven van een volledige 6-inch wafer zou neerkomen op circa zes minuten. Zelfs toepassing van dergelijke (nog niet beschikbare) apparatuur achten Philips een Siemens niet economisch verantwoord. Elektronenbundels blijven daarom voorbehouden aan de patroongeneratoren die de zeer nauwkeurige fotomaskers vervaardigen. Voor het overdragen van de lithografische structuren op het silicium zullen beide partners, zoals al bij de start van het Mega-project werd aangekondigd, gebruik maken van fotolithografie.

Door Philips ontwikkelde elektronenbundel-schrijver, die patronen kan schrijven van 0,1 μm en zowel geschikt is voor maskervervaardiging als voor het direct schrijven van structuren op wafers.

Philips zal voor dit onderdeel van het fabricageproces de enkele jaren geleden in eigen beheer ontwikkelde 10 : 1 waferstepper toepassen. Door de kwaliteiten van het justeersysteem en de grote justeergevoeligheid (0,02 μm) voldoen de mechanische eigenschappen van dit apparaat aan de hoge eisen van de submicrometer-technologie. Om ook aan de vereiste optische specificaties te kunnen voldoen, kreeg de firma *Zeiss* opdracht een uiterst geavanceerde en kostbare zogenoemde I-lijn-lens te ontwikkelen. Deze lens is geoptimaliseerd voor werking bij de I-emissielijn van kwiklicht, overeenkomend met een golflengte van 365 nm. Inmiddels is de lens in het Natuurkundig Laboratorium gearriveerd, waar men deze ter plaatse in de desbetreffende waferstepper zal inbouwen.

NIEUWE TRANSISTORMODELLEN

Drastische miniaturisatie houdt meer in dan het eenvoudigweg kiezen van andere schaalfactoren, maar maakt het ook nood- ▷

Luchtfoto van het Eindhovense complex van het Philips Natuurkundig Laboratorium. Op de voorgrond is duidelijk de omvang van de nieuwbouw van het IC-centrum zichtbaar, in vergelijking met de eerdere bebouwing. Midden-rechts staat het IC-ontwerpcentrum. Het grote langwerpige (zes verdiepingen tellende) gebouw op de voorgrond is het zogenaamde technologiegebouw, waarin alle produktieprocessen zullen plaatsvinden. Geheel op de voorgrond is het energiegebouw te zien, dat voornamelijk ten behoeve van de nieuwbouw zal functioneren.

THEMANUMMER

BRUTECH ELECTRONICS

B.E.M.-μ T 1/S

Micro Terminal/Controller

met o.a. RS232C en Current Loop interface, realtime kalender/klok, ADC en temperatuur sensor.

vanaf ƒ 1.395,–
excl. BTW (1-4 stuks)

nu ook leverbaar met

MULTI-TASKING BASIC

Standaard eigenschappen:

- ★ 20-Key keyboard
- ★ 32 Karakter intelligent LCD display
- ★ MITOS 1, 2 of 3 operating software pakketten met uitgebreid manual
- ★ 2Kbyte CMOS RAM (8Kbyte optioneel)
- ★ ACIA (6551) voor RS232C en opto-coupler geisoleerde current loop interface
- ★ PIA (6520) met twee 8-bit bi-directionele parallelle poorten
- ★ Extra 8 stuks gebufferde output lijnen met LED status indikators
- ★ Realtime kalender/klok
- ★ Ni-Cad batterij buffer voor CMOS RAM en klok
- ★ Temperatuursensor, (0°C tot 51°C)
- ★ POWER-ON-RESET, Watch-dog timer en acoustisch alarm
- ★ Afmetingen 210 x 143 x 40 mm
- ★ Speciale OEM versies volgens klanten specificaties kunnen, binnen de technische grenzen van het ontwerp, geleverd worden

Voor meer details: BEL 02979-7771
Schrijf naar Brutech Electronics

Brutech Electronics
B.E.M.
SYSTEEMKAARTEN

Industrieweg 42, 3641 RM Mijdrecht
Telefoon 02979-7771 Telex 18576

Souriau DIN Connectoren
– Kompleet Programma
– Kwaliteitsprodukten
– Uit Voorraad Leverbaar

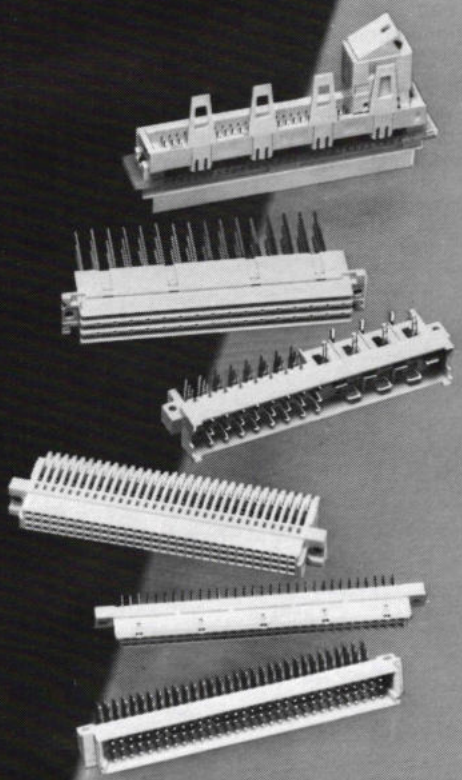
Souriau heeft het grootste DIN 41612 connector programma volgens alle internationale specifikaties.

Met alle moderne technische ontwikkelingen zoals een kompleet backpanel systeem.

Het uitgebreide programma omvat de series B, Q, C, R, F, G, H en Mix, geschikt voor stroomsterkten van 2 tot 15 A.

Elke Souriau DIN connector is een kwaliteitsconnector, welke direkt uit voorraad geleverd kan worden.

Voor de juiste verbinding.



SOURIAU
Technisch de beste

S.E.B. Souriau Kanaalweg 25-27 Postbus 174 2900 AD Capelle a/d IJssel
Tel. 010-501322 Fax. 585467 Tlx.24050

zakelijk de opbouw van de transistoren te modificeren. Op dit gebied is grote vooruitgang geboekt. Eén van deze modificaties is het gebruik van LDD-structuren *(lightly doped drain)* bij MOS-transistoren. Door de schaalverkleining ontstaat ter plaatse van de drain een sterk elektrisch veld en daardoor elektronen met hoge energie *(,,hot electrons'')* die de stabiliteit van de schakeling in gevaar kunnen brengen. Gebleken is nu dat een ter hoogte van de gate aangebrachte extra isolatielaag *(,,spacer oxide'')*, die als een schouder op de drain rust, destabilisatie kan tegengaan.

Verder vereist de miniaturisatie van de laterale structuren ook een overeenkomstige aanpassing van de verticale dimensies. Zo behoort bij een verkleining van de kanaaloppervlakte van een MOS-transistor een evenredig dunner laagje isolerend kanaaloxyde. Ook de indringdiepten van de geïmplanteerde verontreinigingsionen moet men kleiner kiezen, terwijl daarbij een sterkere dotering noodzakelijk is om de gewenste drempelspanningen te bereiken. Bij ondiepere implantatie neemt echter de weerstand van de transistor toe, wat een verslechtering van de schakelsnelheid tot gevolg heeft. Hiervoor is inmiddels een oplossing uitgewerkt. Na het implanteren van ionen in de siliciumlaag, wordt namelijk een dun metaallaagje op de wafer gesputterd. Vervolgens ondergaat de wafer een warmtebehandeling waarbij het metaal reageert met het gedoteerde silicium. Op die reactieplaatsen ontstaan siliciden die een geringe soortelijke weerstand hebben. Metaal dat niet heeft gereageerd, wordt daarna verwijderd.

ISOLATIE VAN DE TRANSISTOREN

Behalve het probleem van de lithografie en de transistormodellen, moet men bij het betreden van het submicrometer-terrein nog een flink aantal andere obstakels overwinnen. Eén daarvan komt ook elders in dit nummer ter sprake *(zie artikel ,,Symbiose in silicium'')* en betreft de ontoereikendheid van de huidige technologie om transistoren van elkaar te isoleren. Vrijwel universeel grijpt de halfgeleiderindustrie daarvoor thans nog naar één van de varianten van de *LOCOS*-techniek *(local oxidation of silicon)*. Zulke varianten zijn bijvoorbeeld *OXIS*, *Isoplanar* en *ISAC*. Met deze oorspronkelijke Philips-vinding, die al dateert uit de jaren zestig, kon men pakkingsdichtheden realiseren die goede perspectieven boden voor VLSI-structuren. Voor de ULSI-structuren *(ultra large scale integration)*

Eén van de procesruimten voor de submicrometer-technologie in aanbouw. Het plafond wordt bedekt met stoffilters waardoor verse lucht in de ruimte wordt geblazen. In de betonnen ondervloer zijn cilindervormige gaten aangebracht voor de afvoer van de grote hoeveelheden lucht en voor leidingen voor procesgassen, vloeistoffen en elektriciteit. Deze ,,produktietunnel'' zal voldoen aan luchtzuiverheidsklasse 1.

Ruwbouw IC-centrum afgerond en inrichting begonnen

Op het terrein van het Philips Natuurkundig Laboratorium in Eindhoven nadert de nieuwbouw van het IC-centrum de voltooiing. Inmiddels zijn hier twee hoofdgebouwen, te weten het technologiecentrum en het ontwerpcentrum, alsmede drie kleinere hulpgebouwen verrezen. In december jongstleden werden de ruwbouw-activiteiten afgerond. Vanaf de eerste werkdag in januari is begonnen met de inrichting van de gebouwen waarin de onderzoek- en produktie-ontwikkelingsruimten alsmede de kantoren van het ontwerpcentrum zijn gehuisvest. In juli moet de hele infrastructuur ten behoeve van de submicrometer-technologie gereed zijn.

Drie tijdstippen waarop belangrijke fasen in het project werden afgesloten, illustreren nog het best de voorspoedige ontwikkellng in de bouwactiviteiten: in juni 1984 ging het bouwproject van start, op 5 november werd de eerste paal geheid en op 7 mei 1985 bereikten de bouwers het hoogste punt. Momenteel zijn de hulpgebouwen al goeddeels operationeel: één gebouw levert verwarming en koeling, het andere demiwater en het derde is bestemd voor chemicaliënopslag voor het gehele laboratoriumcomplex. Ook de inrichting van de gebouwen verloopt in een opmerkelijk hoog tempo: per drie weken moet een etage van het zes bouwlagen tellende ontwerpgebouw compleet ingericht worden opgeleverd. In mei moeten de werkzaamheden in dat bedrijfspand zijn afgerond. In juli zullen in het technologiegebouw de produktiesystemen geïnstalleerd en bedrijfsklaar zijn.

TECHNOLOGIECENTRUM

De totale oppervlakte van het technologiegebouw telt 25 000 m^2. Daarvan wordt slechts 1250 m^2 in beslag genomen door de feitelijke extreem stofarme procesruimte, die bestaat uit een aantal parallel lopende produktietunnels waartussen minder stofarme service-tunnels zijn gelegen. In deze laatste ruimten is alle procesapparatuur die regelmatig onderhoud behoeft vanaf de achterzijde bereikbaar. Ook de andere randvoorzieningen zoals ruimten voor aan- en afvoer van materiaal en faciliteiten voor de medewerkers bevinden zich rondom de stofarme ruimte en vergen samen met de service-tunnels ongeveer 4000 m^2. Deze laatste ruimten voldoen in verschillende mate aan strenge eisen ten aanzien van de luchtzuiverheid.

Fabricage van submicrometer-structuren vereist dat de feitelijke produktietunnels aan extreme luchtzuiverheidseisen voldoen. Daartoe is de bovenste etage van het gebouw ingericht als een omvangrijke machinekamer met een reeks krachtige ventilatoren die per minuut bijna 37 000 m^3 lucht (met 10% buitenlucht) door het gehele gebouw circuleren. Met bijzonder geavanceerde mechanische luchtfilters wordt bereikt dat de tunnels voldoen aan de luchtzuiverheidsklasse 1, dat wil zeggen per instromende kubieke voet lucht maximaal één deeltje dat groter is dan 0,5 μm. In de tunnels heerst een omlaag gerichte laminaire luchtstroming.
Wegens de zeer trillingsgevoelige fabricageapparatuur (vooral de wafersteppers) voldoen de vloeren en fundering van het technologiegebouw aan extreme eisen voor wat betreft de stijfheid in horizontale en verticale richting.

ONTWERPCENTRUM

De ontwikkel- en onderzoeksactiviteiten alsmede de computers die voor het ontwerpen van IC's nodig zijn zullen in dit gebouw worden ondergebracht. De verhouding tussen netto en bruto werkoppervlakte kan hier aanmerkelijk gunstiger zijn dan bij het technologiegebouw. Zeventig procent van de in totaal 22 000 m^2 komt namelijk ten goede aan eigenlijke werkruimte. Met de bouw van het ontwerpcentrum is 50 miljoen gulden gemoeid, met de bouw van het technologiecentrum 100 miljoen gulden, beide bedragen overigens exclusief de inrichtings- en systeemkosten.

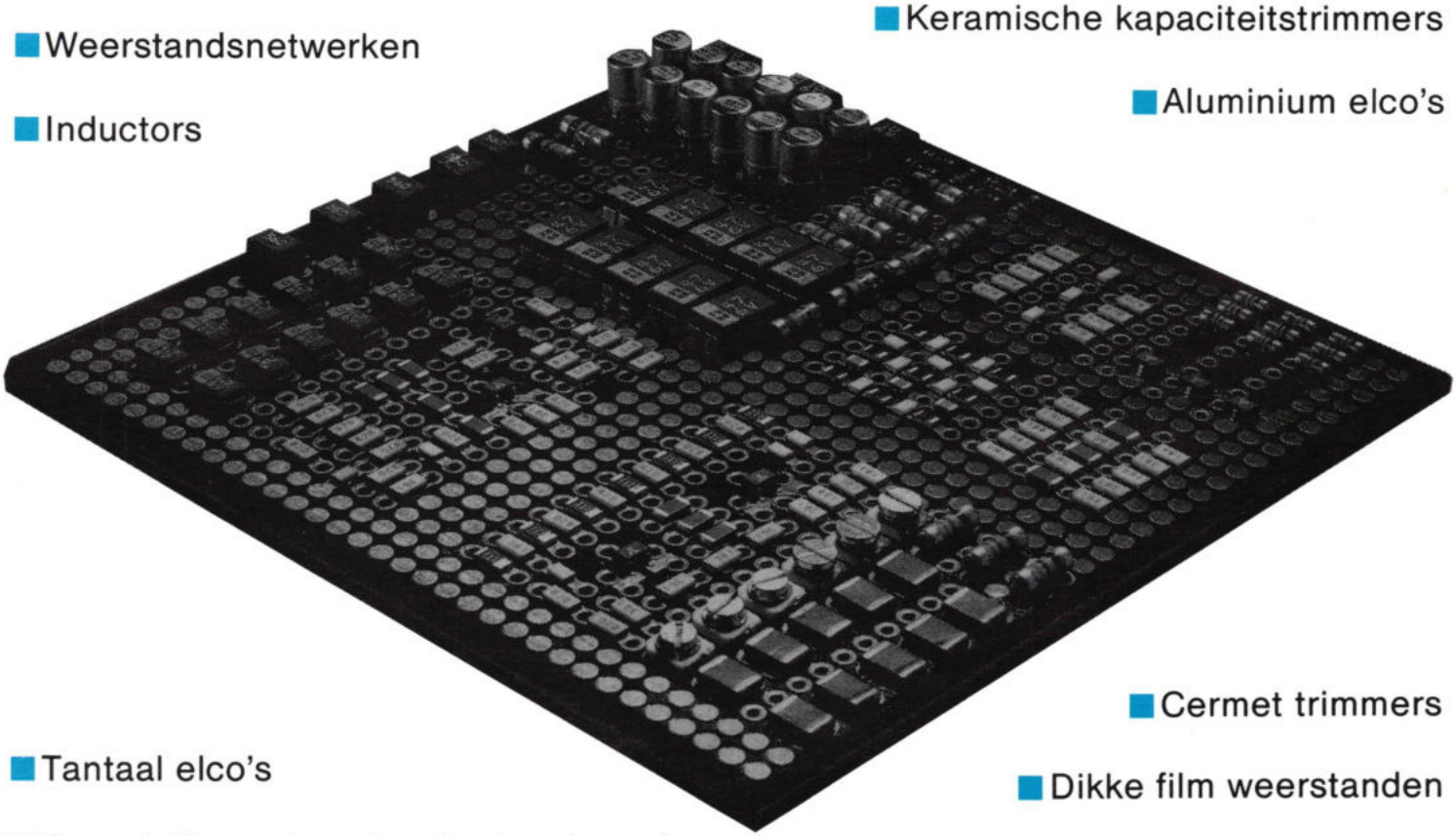
THEMANUMMER

Surface Mounting Devices

National Panasonic

KLAASING ELECTRONICS levert een kompleet programma passieve komponenten voor oppervlaktemontage zoals o.a.:

- Keramische multilayer kondensatoren
- Weerstandsnetwerken
- Inductors
- Keramische kapaciteitstrimmers
- Aluminium elco's



- Cermet trimmers
- Tantaal elco's
- Dikke film weerstanden
- Gemetalliseerde polyester kondensatoren

Verkrijgbaar in verscheidene verpakkingsvormen, geschikt voor diverse 'pick and place' machines

Bel voor informatie naar:

klaasing electronics b.v.

beneluxweg 27, 4904 sj oosterhout, tel.: 01620-81623/696, telex: 54598, fax: 01620-56500

van het submicrometer-tijdperk is LOCOS echter niet zonder meer bruikbaar. Daar de isolerende laag siliciumdioxyde als een snavel (*„bird's beak"*) ingroeit onder de ter passivatie aangebrachte nitridelaag, treedt namelijk oppervlakteverlies op, wat funest is bij de gewenste zeer hoge pakkingsdichtheden. Voor dit ingroeiprobleem is inmiddels een oplossing gevonden.

Een andere bruikbare techniek is het etsen van groeven in het substraat, naderhand opgevuld met een organische of anorganische isolatiestof (*„trench"*- of *„backfill"*-isolatie). Daarnaast wordt echter ook gewerkt aan een geheel afwijkende isolatiemethode met begraven oxydelagen (BOX, oftewel *buried oxide*). Deze methode levert weliswaar goede isolatielagen, doch de technologie is gecompliceerder dan die van LOCOS. Een definitieve technologiekeuze is nog niet gemaakt.

ONTWERPHULPMIDDELEN

Geïntegreerde schakelingen met de complexiteit van 1-Mbit SRAM's, bevatten meer dan vijf miljoen transistoren. Met een kleine rekensom zullen we pogen dit getal enig reliëf te geven: Indien afgedrukt in de stijl en het formaat zoals gehanteerd voor schema's in *ELEKTRONICA*, vraagt een transistor een ruimte van ongeveer 1 cm^2. Alleen al voor vijf miljoen transistoren, zonder veel ruimte voor onderlinge bedrading enzovoort, zou dus $5 \cdot 10^6 \cdot 10^{-4} = 500\ m^2$ papier nodig zijn. Om het complete schema van een 1-Mbit SRAM te kunnen publiceren zou de redactie van dit tijdschrift moeten besluiten tot een feuilleton, die ongeveer dertien jaargangen achtereen alle redactiepagina's (inclusief de omslag) zou vullen.

Het spreekt voor zichzelf dat het ontwerpen van zulke complexe schakelingen, het doorrekenen van het elektrisch gedrag ervan, het vervaardigen en controleren van layout-tekeningen en van de uiteindelijke maskers, een gigantisch werk vormen. Een krachtige computer en goede programmatuur is daarbij onmisbaar. Veel programmatuur is inmiddels beschikbaar, ook voor een management-systeem dat het technische beheer vormt van de grote hoeveelheid ontwerpactiviteiten. Zonder computerhulp zou men het overzicht hierover volstrekt verliezen.

PRODUKTIE-ASPECTEN

Van groot belang voor een economisch verantwoorde fabricage van geïntegreerde schakelingen is een bevredigende produktie-opbrengst, dat wil zeggen het aantal goed functionerende IC's dat een wafer oplevert. Bij zeer complexe submicrometer-IC's als een 1-Mbit SRAM hebben de afzonderlijke kristallen een oppervlakte van circa 1 cm^2. Zo meet het geheugen waaraan Philips werkt ongeveer 90 mm^2. Fabricage op 6-inch wafers (wafers met een diameter van 150 mm) houdt in dat elke wafer ongeveer 140 geheugens kan bevatten. Hoewel Philips over de initiële produktie-opbrengst geen prognoses naar buiten brengt, is het op grond van algemene ervaringen realistisch hierbij te denken in termen van hooguit een paar procent. Dat wil dus zeggen dat elke wafer, zeker in de aanloopfase, slechts een paar bruikbare schakelingen zal opleveren. Zelfs om dit resultaat te kunnen bereiken, zijn al uitzonderlijke inspanningen nodig. Deze betreffen in de eerste plaats de zuiverheid van de produktieruimten (zie kaderartikel) en alle processen. Elk stofdeeltje en elke geringe verontreiniging in bijvoorbeeld de procesgassen kan funest zijn voor de werking van een schakeling. Ook moet voor alle produktiemedewerkers een zeer strikte zuiverheidsdiscipline gelden en moet men de „factor mens" waar mogelijk zelfs geheel uitschakelen. Inmiddels aangeschafte procesovens zijn bijvoorbeeld van het type „cassette-naar-cassette", voorzien van automatische los- en laadinrichtingen voor de in cassettes geplaatste wafers.

BEPROEVINGSSTRATEGIEËN

Om alle fabricagestappen zodanig onder de knie te krijgen dat de opbrengsten uiteindelijk op een economisch aanvaardbaar niveau komen en blijven, is ook een stringente en voortdurende terugkoppeling nodig van de achteraf geconstateerde defecten naar het produktieproces. Beproevingsstrategieën spelen hierbij een belangrijke rol. In de tot nu toe gangbare procedures wordt nagegaan welke IC's op de wafer ondeugdelijk zijn. Door statistische bewerkingen kan men dan vaststellen of bepaalde plaatsen op de wafer regelmatig niet-functionerende schakelingen opleveren. Zonodig kan men het produktieproces op grond van deze informatie bijstellen. Bij het Mega-project is men inmiddels nog een stap verder gekomen en kan men ook op „chip-niveau" beproeven. Met behulp van het zogenoemde *„bit mapping"*-programma *(BIMA)*, waaraan intensief is gewerkt, kan men in een geheugenschakeling nagaan welke bits wel of niet goed zijn. Statistische bewerking van de verkregen resultaten levert weer gegevens over foutlokaties, maar nu in het IC zelf. Zodoende wordt fijnafregeling van fabricageprocessen mogelijk, bijvoorbeeld het verbeteren van het masker na het vinden van foute plaatsen of „bijna foute" plaatsen in de schakeling.

REDUNDANTIE

Een andere bekende mogelijkheid om de produktie-opbrengst van geheugens te verbeteren, is toepassing van het zogenoemde redundantie-principe. Daar geheugen-IC's zijn opgebouwd uit een regelmatige kolommenstructuur, kan men het ontwerp voorzien van een hoeveelheid extra ofwel „redundante" geheugencellen. Achteraf kan een laser de defecte geheugencellen uitschakelen en daarvoor steeds één van de redundante cellen „substitueren". Ook Philips zal van redundantie gebruik maken en meldt deze techniek inmiddels geheel te beheersen.

OPMERKINGEN

We hebben in het voorgaande een paar van de technologische problemen aangestipt waarmee de halfgeleiderindustrie te maken krijgt bij het betreden van het submicrometer-domein. Wellicht ten overvloede zij er op gewezen dat de beschreven activiteiten nog alleen betrekking hebben op onderzoek en ontwikkeling. Hoewel de schaalgrootte van het gebouwde IC-centrum in eerste instantie misschien anders doet vermoeden, zal het werk hier zijn gericht op proeffabricage. Dat wil zeggen het geschikt maken van de submicrometer-technologie voor overdracht naar elders voor massafabricage te bouwen faciliteiten. Het als lokatie gekozen terrein van het Natuurkundig Laboratorium onderstreept dit. Beide partners in het Mega-project streven ernaar tegen 1989 alle voor massafabricage te overwinnen obstakels uit de weg te hebben geruimd. □

Goed geld naar kwaad geld?

Vooral de van Westduitse en Nederlandse zijde aan Siemens en Philips verstrekte overheidssubsidies hebben het Mega-project nogal wat publiciteit bezorgd. Inhakend op de tijdelijke mineurstemming in halfgeleiderland en massa-ontslagen in Silicon Valley (waarover ook Philips-dochter Signetics kan meepraten), plaatste men in Nederland vooral vraagtekens bij de levensvatbaarheid van het eerste produkten die het project in concreto moet opleveren. Belastinggelden spenderen aan de ontwikkeling van geheugens lijkt immers al gauw op goed geld naar kwaad geld smijten.

Dat deze geheugens vooral een belangrijke trekpaard-functie vervullen bij het verwerven van voor „overleven" onmisbare technologie, wordt daarbij vaak over het hoofd gezien. Bovendien eindigt een speurtocht naar algemene voor massafabricage geschikte produkten met de complexiteit die hier in het geding is, bijna automatisch bij zeer grote geheugens. Tenzij zich, zoals bij het elders in dit nummer beschreven VHSIC-programma, tevoren klanten hebben gemeld die bereid zijn veel risicodragend kapitaal te steken in het ontwikkelen van zeer complexe zelfgedefinieerde IC's.

Wat betreft de 1-Mbit SRAM's verwacht Philips overigens dat niet eerder dan in 1989 een massamarkt zal ontstaan en dat gedurende vele jaren daarna nog allerlei verschillende applicatie-specifieke geheugens van deze complexiteit op de markt zullen verschijnen.

Bronnen:
[1] Persconferentie Mega-project, Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, december 1985.
[2] W. G. Gelling, F. Valster: *„Het nieuwe centrum voor submicron-IC-technologie"*, Philips Technisch Tijdschrift, jaargang 42, nr. 8/9, p. 274 ... 281, november 1985.
[3] R. Chömpff: *„Siemens geeft Megaproject prioriteit"*, Elektronica 85/21, p 12 ... 13.

V&N electronics bv

Industriepark 25, 2421 LE Nieuwkoop (Z.H.)
Telefoon 01725-9312 Telex 39997
Bank: Rabobank Nieuwkoop, rek. nr. 34.64.20.679

UW TOELEVERANCIER VOOR

*** Ontwikkeling van custom-IC tot en met lay-outs en behuizingen:**
- CAD-CAM mogelijkheden
- Ontwikkeling en ontwerp electronica
- Lay-outs ontwerpen (CAD)

*** Printplaten van enkelzijdig tot en met multilayers:**
- Prototypes
- Snelle series
- Grote series (standaard 100% electrisch getest)

*** Productie van printplaten tot en met complete units:**
- Componentenpakketten
- Assembleren prototype/kleine series
- Assembleren seriematig (CAM)
- Mechanische montage
- Testen

Wanneer u met ons van gedachten wilt wisselen omtrent bovenstaande of aanverwante zaken, kunnen wij per omgaande een afspraak met u maken.

Industriepark 25, 2421 LE Nieuwkoop (Z.H.), Tel. 01725-9312

GEEF DE B.V. ANONIEM EEN NAAM

KIES VOOR AUTORITEIT.
ADVERTEER IN DE VAKBLADEN.

notu/vak

Geheel tot Uw dienst voor halfgeleiders

De naam Toshiba staat garant voor extreem hoge kwaliteit en kreativiteit.

Diodes, powertransistors, power MOS FET's, GTR's en GTO's. Transistor arrays, LED's en LED displays, opto sensors, opto couplers.
Standaard- en high speed C-MOS.
Geheugens (D-RAM's, S-RAM's, E-PROM's, ROM's) zowel C-MOS als N-MOS.
Microprocessors (8085 family, Z80, C-MOS, 48-serie micro-computers) en microcontrollers.

Stuk voor stuk getest in elke fase van de produktie.

Als U kwaliteit eist kunt U niet om Toshiba heen.

ITT

TOSHIBA

HALFGELEIDERS

ITT MUDIcomponents

Postbus 345
2700 AH Zoetermeer
Telefoon 079 - 410224

Nicolet
Test & Measurement

- **Digitale oscilloscopen**
- **Digitale/analoge oscilloscopen**
- **Vermogens oscilloscopen**
- **Transient recorders**
- **Signal averagers**
- **Automatische testsystemen**
- **Logic analyzers**
- **Disk-drive testers**
- **Data acquisitie systemen**
- **Ontwikkelsystemen**
- **In circuit emulators**

Voor uitgebreide dokumentatie:

Nicolet

Nicolet Instrument Benelux
Zuiderinslag 6 - Postbus 81 - 3870 CB Hoevelaken - Telefoon 03495-36214 - Telex 79370

KINGS

Coaxiale connectoren

Het Kings programma omvat de volgende produktgroepen: R.F. coaxiale connectoren, zoals SMA, BNC, TNC, N.C. -series etc., telephone plugs & jacks, microwave componenten, broadcast products, attenuators & terminators.

Nieuw in het programma van KINGS :
Naast de SMA-connectoren voor semi - rigid cable .141.
Nu de nieuwe Roto-Strip Trim Tool (KTO 3) voor .085 semi - rigid cable t.b.v. SMA-crimp connectors.

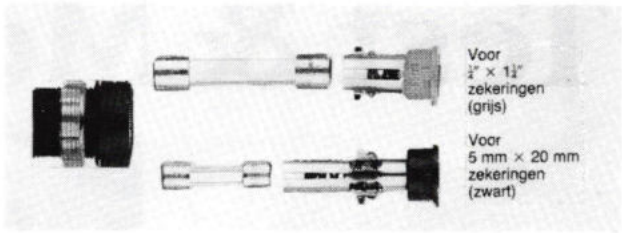
Wilt u meer weten, dokumentatie en/of prijzen ontvangen, materiaal bestellen? Bel dan onze doorkiesnummers.: 070-400(765), (768) of (769).

avio-diepen bv

vliegveld ypenburg rijswijk (z-h)

tel 070-400922 telex 32030

BUSS - ZEKERHEID IN ZEKERINGEN



Een en dezelfde zekeringhouder voor twee maten zekeringen 6 × 32 mm (¼ × 1¼) *en* 5 × 20 mm
Voldoen aan IEC-265 VDE UL CSA SEMKO

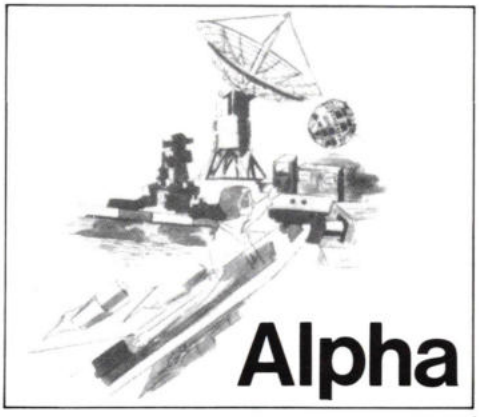
Voor nog meer zekerheid:

postbus 85502
2508 CE DEN HAAG
tel. 070-469509
telex 31706

voor België:
Nenimij Belgium NV
Noorderlaan 133-Bus 17
Antwerpen
tel. 035-426250
telex 71421

technische handelmaatschappij
de buizerd electronica bv

NEW!
Microwave diodes



ai **Alpha**

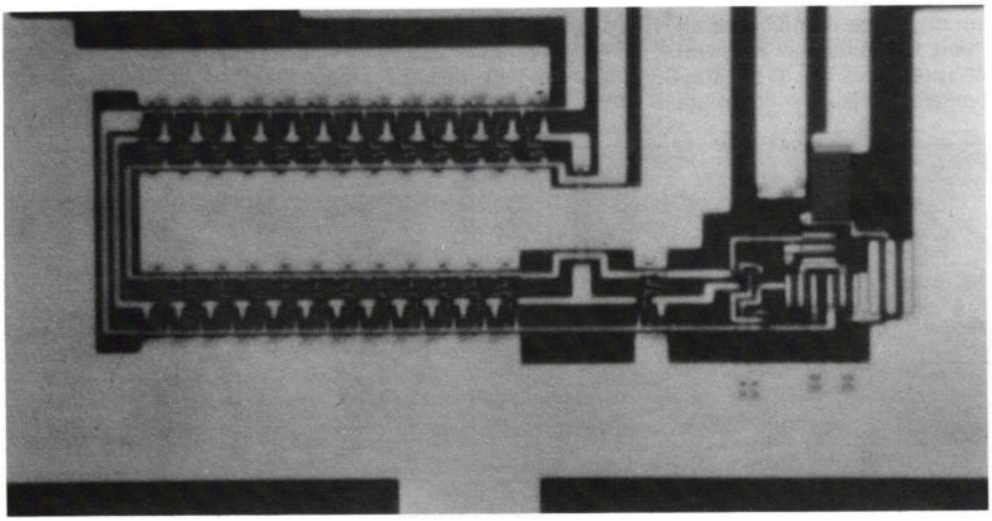
Alpha Industries / Microwaves diodes; Gunn diodes and modules; GaAs and silicon paramp diodes; Silicon and GaAs multiplier and step recovery diodes; Chip MIS capacitors; Mixer and detector diodes; Point contact diodes; Pin switching, attenuator and limiter diodes; Silicon and GaAs tuning diodes. Call for more details/documentation:

bodamer
Bodamer International b.v.
Havenstraat 8,
1506 PG Zaandam
Telefoon 075-351521*

J. C. MEIJER

Oogstjaar voor VHSIC en GaAs-IC's

Voorboden van krachtige halfgeleidergeneraties



Bij de huidige stand van de halfgeleidertechnologie vergt elk stapje vooruit een enorme inspanning en grote, vaak risicovolle investeringen. Vormen van overheidsstimulering zijn daarom in sommige gevallen nauwelijks meer weg te denken. Voorbeelden daarvan zijn enkele projecten binnen het Europese EUREKA-programma, het Britse Alvey-programma en subsidies aan het Mega-project van Philips en Siemens. In de Verenigde Staten treedt de overheid vaak op als direct belanghebbende in ambitieuze projecten, dikwijls ressorterend onder het ,,Department of Defence". In 1986 plukt het DoD de eerste vruchten van het tweefasige VHSIC-programma en ook zal dit jaar door een stimulerende rol van DARPA de produktie van de eerste galliumarsenide-IC's op gang komen. Aan beide onderdelen levert Honeywell Inc., waar men zowel het silicium- als het galliumarsenide-métier beheerst, een belangrijk aandeel. Verschillende algemene en technische aspecten van deze activiteiten komen in dit artikel aan de orde.

Experimentele ringoscillator voor analyse van transistoren met submicrometer-dimensies, gebouwd als onderdeel van de ontwikkeling van CMOS-processen voor de tweede fase van het VHSIC-programma. Aan deze CMOS-schakeling met lithografische structuren van 0,5 μm werd een poortvertragingstijd van 215 ps gemeten. (foto: Honeywell).

Zeven jaar geleden was het de wens van het Amerikaanse *Department of Defence* (DoD) snel te kunnen beschikken over een reeks geavanceerde VLSI-schakelingen waarvoor de toenmalige halfgeleidertechnologie geen mogelijkheden bood. Om niet te zeer van het toeval afhankelijk te zijn, werd besloten tot een gericht ontwikkelingsprogramma, dat ongeveer alle denkbare aspecten van de halfgeleidertechnologie omvatte. Men doopte dit programma ,,VHSIC", wat staat voor *very high speed integrated circuits*. Er wordt wel beweerd dat deze naamgeving nog meer betrekking had op de door het DoD gewenste snelle resultaten dan op de eigenlijke elektrische specificaties. Deze logen er trouwens ook niet om: de eerste fase van het project moest 28 verschillende IC-typen opleveren, elk geschikt voor een klokfrequentie van tenminste 25 MHz. De tweede fase, die momenteel in volle gang is, moet uitmonden in IC's voor 50 MHz. Meer bijzonderheden over het VHSIC-programma zijn gegeven in het bijgaande kaderartikel, dat overigens, gezien de veelomvattendheid van het project geenszins aanspraken op volledigheid kan maken. Belangrijk is op deze plaats dat de uitvoering op contractbasis werd uitbesteed aan zes hoofdaannemers, waaronder *Honeywell Inc.* Puttend uit de goedgevulde arsenalen van deze onderneming, probeert dit artikel een gevarieerd beeld te schetsen van ontwikkelingen die representatief zijn voor de halfgeleidertechnologie in de Verenigde Staten.

Ter illustratie van de systeemprestaties waaraan we bij het VHSIC-programma moeten denken, wordt begonnen met een omschrijving van één van de inmiddels gerealiseerde demonstratiemodulen. Na een korte visite aan een nieuwe fabriek voor VHSIC-IC's, behandelen we de problematiek van de behuizingen voor complexe IC's en enkele daarvoor ontwikkelde oplossingen. Vervolgens komt het onderwerp ,,galliumarsenide" aan de beurt; we zullen hier zowel stilstaan bij marktaspecten als bij de technische kant van de zaak. Besloten wordt met een blik in de toekomst, waarin galliumarsenide-schakelingen, geïntegreerde optica en glasvezels wellicht de verbindende schakels zullen vormen tussen geavanceerde silicium-IC's.

ELEKTRO-OPTISCHE SIGNAALPROCESSOR

Eén van Honeywell's aandelen in de eerste fase van het VHSIC-programma was de ontwikkeling van een drietal krachtige IC's die het hart moeten vormen van een elektro-optische signaalprocessor (EOSP) voor geavanceerde beeldbewerkingen (radar e.d.). Om een indruk te geven van de complexiteit van deze bipolaire schakelingen, toont tabel 1 een overzicht van de technische specificaties van het trio, dat ▷

THEMANUMMER

bestaat uit een besturingsschakeling, een aritmetische schakeling en een programmeerbare parallele-pijplijnschakeling (PPP). Ook zijn in de tabel de vier IC's samengevat, die bij afsluiting van fase-2 van het VHSIC-programma beschikbaar moeten zijn. Lithografische structuren voor beide generaties zijn vastgelegd op 1,25 μm (fase-1) respectievelijk 0,5 μm (fase-2). Prototypen van de eerste drie IC's waren eind 1984 gereed. Uit de tabel blijkt dat de in FTR gemeten prestaties van deze schakelingen de oorspronkelijke eisen van het DoD (zie kaderartikel) met ongeveer een factor 2 overtreffen.

Enkele maanden geleden sloot Honeywell ook haar systeem-aandeel in fase-1 af met de succesvolle demonstratie van een EOSP-evaluatiemodule met bijbehorende programmatuur. Van de werking van deze module, die ongeveer zo groot is als een flinke diplomatenkoffer, verstrekte de fabrikant de volgende bijzonderheden. Onder auspiciën van de besturingsschakeling werkt de aritmetische schakeling als adresgenerator en doen de PPP's het eigenlijke rekenwerk. Een EOSP-module bevat tenminste vier PPP's, die dan elk verantwoordelijk zijn voor een kwart van de totale verwerkingscapaciteit. De combinatie van besturingsschakeling/adresgenerator kan maximaal 32 actieve PPP's en één ,,onder stoom liggende'' reserve-PPP besturen. Om een veelheid van uiteenlopende beeldbewerkingen te kunnen uitvoeren, zijn zowel de besturingsschakeling als de adresgenerator voorzien van programmeerbaar ROM. Hierin is tevens pro-

VHSIC-programma; doelstellingen en deelnemers

Wordt de ontwikkeling van de halfgeleidertechnologie in Japan sterk van overheidswege gestimuleerd in de richting van commerciële applicaties, in de Verenigde Staten is het Pentagon vanouds een veeleisende en technologie-stimulerende afnemer van de Amerikaanse halfgeleiderindustrie. Al in het begin van het VLSI-tijdperk was men zich binnen het DoD *(Department of Defence)* bewust van het grote toepassingspotentieel van VLSI, maar ook van het feit dat men de produktideeën grotendeels zelf zou moeten aandragen. In 1979 en 1980 zette het DoD de lijnen naar de toekomst uit, die hun beslag kregen in een ambitieus en tegelijkertijd realistisch ontwikkelingsprogramma. Dit programma kreeg de naam VHSIC *(very high speed integrated circuits)* en omvatte de ontwikkeling van alles dat nodig was voor het uiteindelijke doel: het beschikbaar komen van een reeks uiterst geavanceerde VLSI-schakelingen voor toepassing in ultrasnelle signaalprocessoren in kleine, weinig vermogen vragende modulen. Op het moment dat lithografische details van ca. 3 μm produktiestandaard waren, definieerde het DoD twee generaties produkten met respectievelijk structuren van 1,25 μm (VHSIC, fase-1) en 0,50 μm (VHSIC, fase-2).

Verlanglijst

Er ontstond een forse verlanglijst met sterk uiteenlopende IC's voor invoering in bestaande en in ontwikkeling zijnde defensieprojecten. Het DoD vatte de eerste VHSIC-generatie van in totaal 28 IC's samen onder de noemer van twee algemene prestatie-eisen. Ten eerste moest de FTR *(functional throughput rate)* tenminste $5 \cdot 10^{11}$ bedragen, nader gespecificeerd door een voorgeschreven klokfrequentie van tenminste 25 MHz. Het FTR-getal is een maat voor de prestaties van een geïntegreerde schakeling bij een gegeven complexiteit en volgt uit het aantal equivalente poorten maal de klokfrequentie (in Hz) gedeeld door de kristaloppervlakte (in cm^2). Voor de tweede VHSIC-fase specificeerde het DoD een technologie met submicrometer-structuren (0,5 μm) en een FTR van 10^{13} bij een klokfrequentie van 50 MHz. Gemeten in termen van gewicht, volume en prestaties zou invoering van VHSIC-technologie in systemen een winst van een factor 10 tot 50 betekenen.

Vervaardiging van de IC's vereiste voor alles het ontwikkelen van hoogwaardige halfgeleidertechnologieën en de inrichting van nieuwe produktiefaciliteiten. Andere onderdelen van het VHSIC-programma betroffen het ontwikkelen van de IC's zelf, compleet met geschikte behuizingen en tenslotte het op basis daarvan creëren van complete evaluatiesystemen en programmatuur.

Sacred Six

Realisatie van beide VHSIC-fasen vereiste snelle innovatie van alle diciplines van het halfgeleidervak. Temeer daar het DoD zich niet op voorhand wilde vastleggen op unipolaire of bipolaire technologie. Na intensieve voorstudies in samenwerking met vooraanstaande Amerikaanse halfgeleiderfabrikanten (fase-0) begon in 1981 de operationele fase-1, waarvan de hoofdpunten eind vorig jaar volgens plan zijn gerealiseerd.

Het initiële budget bedroeg ruim 150 miljoen dollar en werd op contractbasis verdeeld over zes hoofdaannemers. Deze selecte groep wordt in de wandelgangen van de industrie in de V.S. wel aangeduid als de ,,*Sacred Six*'' en bestaat uit *IBM, TRW, Honeywell, Texas Instruments, Hughes Aircraft* en *Westinghouse*. Van de reeks van negen onderaannemers zijn *Motorola* (samenwerkend met TRW), *National Semiconductor* en *Harris Semiconductor* (beide samenwerkend met Westinghouse) bekende namen in de halfgeleiderindustrie. Honeywell's partner is *3M*, welk bedrijf een belangrijk aandeel kreeg bij de noodzakelijke innovatie van IC-behuizingen.

Opvallend is dat ,,Silicon Valley'' onder alle hoofdcontractanten eufemistisch uitgedrukt bepaald ondervertegenwoordigd is. Bij nadere beschouwing is dit overigens begrijpelijk; het DoD-project vereiste namelijk meer dan de geijkte Silicon Valley-combinatie van inventieve schakelingsontwerpers en veelal op licenties drijvende ,,siliciumbakkers''. Om het veelomvattende VHSIC-programma te doen slagen, moesten zeker de hoofdaannemers kunnen steunen op een stevige infrastructuur van fundamenteel onderzoek in vastestof- en procestechnologie. Tevens moesten de deelnemers beschikken over een solide ervaring in licentie-uitwisseling en project-management.

Bij de eerste publikatie van de namen van het genoemde zestal wekte vooral de vrij zware VHSIC-portie van Honeywell bij velen verbazing. Iedereen kende dit bedrijf weliswaar als een grote internationaal opererende onderneming, met onder meer activiteiten in grote computersystemen en industriële automatisering. In halfgeleiderland verbond men de naam Honeywell echter vooral aan de (inmiddels afgestoten) Silicon Valley-dochter *Synertek*. Het bedrijf kenschetste zelf haar halfgeleidertechnologie eens als één van de tot 1981 best bewaarde geheimen van de Amerikaanse industrie. Van de slechts drie hoofdaannemers die de tweede VHSIC-fase gestalte moeten geven, heeft Honeywell, met een contractwaarde van 60 miljoen dollar, zelfs het (voorlopig) belangrijkste aandeel binnengehaald. TRW en IBM zijn de andere contractanten in fase-2 die in 1984 is begonnen en eind 1988 moet zijn afgerond.

Bakenfunctie

Inmiddels heeft het DoD volgens recente publikaties een kleine 900 miljoen dollar in VHSIC en daarmee in de Amerikaanse halfgeleiderindustrie gepompt. Ook hebben zich in de loop der tijd aan de deelnemers van het eerste uur nog enkele fabrikanten toegevoegd.

Critici van het programma, die vooral in de eerste jaren van zich lieten horen, stelden wel dat de doelstellingen van VHSIC geen werkelijke innovatieversnelling zouden bewerkstelligen. Het realisme ten aanzien van bereikbare specificaties was immers gebaseerd op wat deskundigen in een bepaald tijdsbestek voor mogelijk hielden. Ook zonder VHSIC zou de ,,commerciële'' halfgeleiderindustrie die ontwikkeling hebben doorgemaakt. Andere menen daarentegen dat het VHSIC-programma een duidelijke bakenfunctie heeft vervuld (en nog vervult) voor de niet rechtstreeks betrokken halfgeleiderfabrikanten. Te constateren valt dat het programma klinkende resultaten heeft opgeleverd. Niet alleen in termen van DoD-produkten, maar ook in de vorm van een gemoderniseerde industriële infrastructuur voor fabricage van geavanceerde geïntegreerde schakelingen. Nu zullen de onder strenge restricties vallende DoD-IC's bepaald niet snel op de vrije markt verschijnen. Toch lijkt voor de industrie bevredigende ruimte aanwezig om de VHSIC-technologie ook commercieel te exploiteren. Zeker met oog op de steeds hardere confrontatie met de Japanse concurrenten, kan dit aspect voor de V.S. een flinke steun in de rug betekenen.

grammatuur ondergebracht voor het detecteren van eventuele defecten in één van de IC's. Constateert het systeem een defecte PPP, dan zal de processor zich automatisch herconfigureren. Dit kan overschakeling op de genoemde reserve-PPP inhouden, maar ook overbrugging van de defecte schakeling, waarna het systeem normaal met de overige schakelingen doorwerkt.

Specifieke processoren kunnen veel sneller werken dan algemene mainframe-computers, die als richtlijn ongeveer 10 MOPS (miljoen operaties per seconde) kunnen bereiken. Supercomputers als de Cray-1 zijn nog ongeveer tien maal sneller. Met de EOSP-module wordt uiteindelijk een verwerkingssnelheid van ruim 1000 MOPS beoogd. Bij het beschikbaar komen van de submicrometer-IC's zal een dergelijke signaalprocessor zelfs 3 miljard bewerkingen per seconde kunnen uitvoeren en passen in een module met een volume van circa 7000 cm^3.

PRODUKTIEFACILITEITEN VOOR VHSIC

Om de eigen VHSIC-schakelingen te kunnen produceren, ontwikkelde Honeywell een hoogwaardig bipolair 1,25 μm-proces. Tevens voorzag het DoD-contract in de ontwikkeling een geavanceerd CMOS-proces waarin andere contractanten zelf-ontworpen VHSIC-schakelingen kunnen vervaardigen, dan wel in licentie laten vervaardigen. Onlangs werd ook dit CMOS-III-proces door het DoD voor produktiedoeleinden goedgekeurd. Beide processen zijn een modificatie van processen die Honeywell reeds in huis had en vormen ook de basis voor de tweede VHSIC-fase. Nog niet afgerond is het werk aan een later voor betrokken contractanten ingevoegd programma-onderdeel, dat is gericht op een sterke vergroting van de produktie-opbrengst per wafer (fase-1b). Tegen het einde van dit jaar moeten verbeteringen van de processen de huidige opbrengst van ongeveer 1% tot 2% zo mogelijk hebben vertienvoudigd.

Behalve nieuwe processen en voor de 1,25 μm-structuren geschikte produktieapparatuur, vereiste de fabricage van VHSIC-IC's ook de bouw van nieuwe fabrieken. Bestaande produktiegebouwen beschikken namelijk niet over de zeer kostbare voorzieningen die nodig zijn in verband met de vereiste graad van stofarmheid van de produktieruimten en trillingsvrijheid van de bouwconstructie. Bij Honeywell zal de VHSIC-produktie plaatsvinden in een nieuwe halfgeleiderfabriek, die werd toegevoegd aan de in Colorado Springs gevestigde *Solid State Electronics Division* (SSED). Hier zijn zowel een bipolaire fabricagelijn als een CMOS-III-lijn geïnstalleerd. De bouw van deze fabriek (zie afb. 1) kwam in juni 1985 gereed. Momenteel is het inwerken van de geheel op 6-inch wafers gebaseerde produktieprocessen in volle gang; halverwege 1986 moeten de eerste bipolaire prototypen van de band rollen. In 1987 moet de „serieuze" produktie beginnen en zullen 150 medewerkers 850 wafers per week vervaardigen.

Het gebouw heeft een vloeroppervlakte van 5760 m^2, waarvan 650 m^2 is gereserveerd voor de eigenlijke produktietunnels. In deze tunnels heerst een milieu volgens stofklasse 10 (maximaal 10 stofdeeltjes van 3 ... 5 μm per kubieke voet instromende lucht). Apparatuur in de tunnels is aan de achterzijde bereikbaar in strikt gescheiden dienstruimten (745 m^2) met een stofklasse van 100 ... 1000. Om verontreinigingen desondanks te voorkomen, is een aantal bijzondere maatregelen getroffen.

Ten eerste geschiedt het transport van de in teflon cassettes opgeborgen wafers vrijwel geheel automatisch (onder andere met robot-laadsystemen). Een tweede belangrijke maatregel betreft de speciale antistatische kleding van alle produktiemedewerkers in de stofarme tunnels. Afb. 2 toont de hiervoor gekozen ruimtevaart-achtige uitmonstering, die elke stofbijdrage door ademen, hoesten en dergelijke tot nul reduceert. In plaats van de bekende kap met mondmasker, heeft deze zogenoemde „bubble suit" een integraal masker dat via een flexibele slang met een luchtfilter in verbinding staat. Verder mag in de produktietunnels geen snipper papier binnenkomen. Computerprinters zijn extern opgesteld; aantekeningen maakt men via een toestenbord en een beeldscherm. Produktie-aanwijzingen komen binnen over een gesloten TV-circuit.

BEHUIZINGSCONCEPTEN VOOR VLSI EN VHSIC

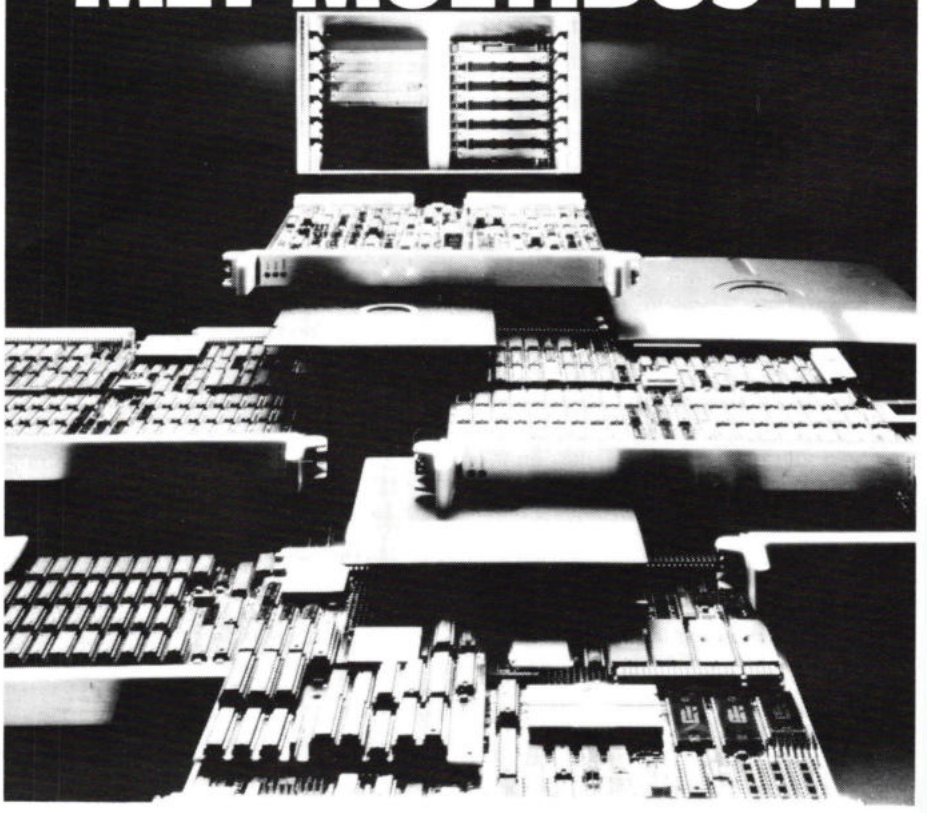
Behalve voor de problemen verbonden

Tabel 1. Technische specificaties van de door Honeywell ontwikkelde en respectievelijk nog te ontwikkelen bipolaire IC's voor beide fasen van het VHSIC-programma. De drie tot fase-1 behorende schakelingen zijn uitgevoerd met lithografische structuren van 1,25 μm. Fase-2-typen zullen submicrometerstructuren van 0,5 μm kennen.

IC-type	kristal-oppervlakte (mm^2)	pennental	poorten-equivalent	aantal componenten	dissipatie *(W)*	FTR *(functional throughput rate)*
VHSIC fase-1 (1981 t/m 1985)						
besturingsschakeling	57,8	180	27 000	136 000	1,8	$1{,}1 \cdot 10^{12}$
aritmetische schakeling	57,8	180	24 000	121 000	1,8	$1{,}0 \cdot 10^{12}$
parallelle-pijplijn-processor	62,4	180	28 000	142 000	2,0	$1{,}1 \cdot 10^{12}$
VHSIC fase-2 (1984 t/m 1988)						
businterface	22,1	180	26 000	105 000	2,0	$1{,}2 \cdot 10^{13}$
uitgebreide businterface	35,6	180	45 000	180 000	3,0	$1{,}2 \cdot 10^{13}$
configureerbaar datapad	58,1	340	82 000	330 000	3,0	$1{,}5 \cdot 10^{13}$
configureerbare gate-array	58,1	340	30 000 tot 66 000	180 000 tot 340 000	2,0 ... 3,0	$0{,}7 \cdot 10^{13}$ tot $1{,}7 \cdot 10^{13}$

▷

EEN VLIEGENDE START MET MULTIBUS II



open-systeem bus architektuur

MULTIBUS-II is een geavanceerde open-systeem bus, ontworpen rond geheel nieuwe konsepten zoals message-passing, virtuele interrupts en interconnect space. Hiermee wordt volledig tegemoet gekomen aan de groeiende behoefte aan computers met gedistribueerde architektuur en multiprocessing.

MULTIBUS-II systemen zijn ideaal voor real-time industriële toepassingen, zoals procesbesturing en robotika, medische apparatuur en data akwisitie. Andere toepassingen zijn computer-aided-design en engineering werkstations, grafische apparatuur, ontwikkelsystemen en computer simulatie.

iAPX 286 op MULTIBUS-II

De snelheid en de vele geïntegreerde faciliteiten van de 286, zoals task switching, MMU en protektie, zijn nu gekombineerd met de geavanceerde MULTIBUS-II konsepten.

iSBC 286/100

is het resultaat, een kant en klaar mikrocomputer systeem op een dubbele Eurokaart, met o.a. een 8MHz 80286, plaats voor een 80287, een 4 kanaals 8 MByte/sek. 82258 ADMA controller, een SCSI interface, een centronics printer interface, 2 seriële kanalen, de iSBX bus voor specifieke I/O-toevoegingen, een iLBX-II 0 waitstate interface (Local Bus Extension) en de 32-bits iPSB parallelle systeembus.

komplete ondersteuning

Ook alle andere bouwstenen om tot een kompleet MULTIBUS-II systeem te komen zijn beschikbaar. De iSBC 186/224 winchester, floppy en tape controller, een serie geheugenkaarten van 0.50 tot 4 MByte, de uitgebreide reeks van iSBX modules, kaartrekken etc. Het real-time operating systeem iRMX 86 geeft samen met de iSBC 286/100 een ongekende real-time performance.

Multibus®

intel®

Intel's MULTIBUS-II boards geven U direkt al een voorsprong in de markt van morgen. Start nu, door het invullen van de bon.

BON voor uitgebreide informatie over Intel Multibus-II

Naam :_____

Bedrijf :_____

Afdeling :_____

Adres :_____

Postkode :_____

Plaats :_____

Telefoon :_____

Bon naar Intel Semiconductor (Ned) B.V.
Antwoordnummer 3240
3000 BW ROTTERDAM
Een postzegel is niet nodig.

85A301

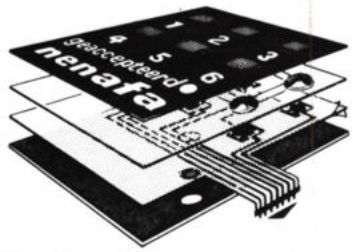
☐ **Intel Semiconductor (Ned) B.V.**
ROTTERDAM
010-212377

☐ **Intel Corporation S.A.**
BRUSSEL
02-6610711

☐ **Koning en Hartman Elektrotechniek BV**
DELFT
015-609906

☐ **Inelco N.V.**
BRUSSEL
02-2160160

membraan-
schakelpanelen



- ☑ frontplaat
- ☑ méérkleurig
- ☑ " voel-klik "
- ☑ >1.000.000
- ☑ schakelpakket
- ☑ steunplaat

nenafa

de kombinatie, die lang klikt!

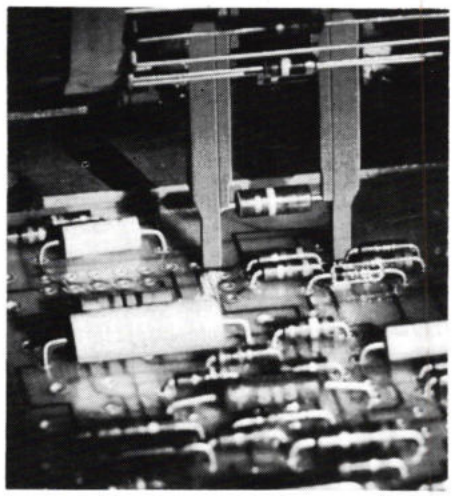
BV NEDERLANDSCHE NAAMPLATENFABRIEK

3800 AH AMERSFOORT HOLLAND POSTBUS 328 TEL. 033-16746 TX 79439

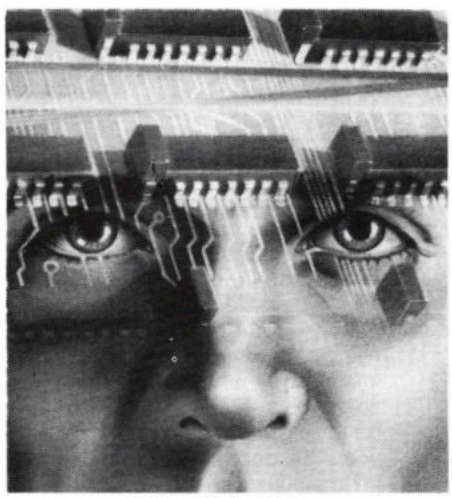
professionele elektronika

RIPA elektronika

Sportlaan 10 5683 CS BEST
Postbus 230 5680 AE BEST
Tel.: 04998-96743
Telex: 51883 RIPA NL



assemblage

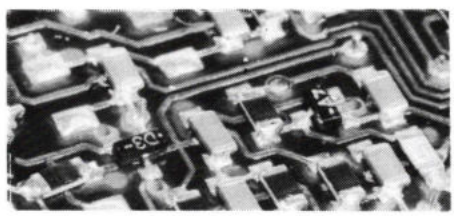


ontwikkeling

Proto en proeffabrikage.
Kleine series en serie t/m 10 000 stuks.
OOK DE NIEUWE TECHNIEK

Surface Mounted Assembly

VOOR INFORMATIE BEL 04998 - 96743



Display zonder voedingsspanning

NEWS VAN NEWPORT

Industriële monitor voor meetwaarde-omvormers en stroomzenders

- Geen voedingsspanning nodig
- Ingang: 4–20 of 10–50 mA
- Aanwijzing in engineering units
- Waterdicht, storingvrij.

NEWPORT ELECTRONICS B.V.

Tel.: 02526-87381 Tlx: 71287
Postbus 105 2150 AC Nieuw-Vennep

Ook verkrijgbaar bij: Hitma – Uithoorn: 02975-68011, Rood – Rijswijk: 070-996360

Afb. 1. Honeywell's nieuwe halfgeleiderfabriek te Colorado Springs, ondergebracht bij de Solid State Electronics Division die op hetzelfde terrein over nog twee andere halfgeleiderfabrieken beschikt.

met het eigenlijke silicium, moesten de VHSIC-contractanten ook oplossingen vinden voor de problematiek rond de IC-behuizingen. Geschikte behuizingen moeten het kwetsbare halfgeleiderkristal beschermen tegen alle nadelige omgevingsinvloeden en fungeren als elektrisch, mechanisch en thermisch intermediair tussen het kristal en het substraat waarop de behuizing is gemonteerd. Tenslotte moet een IC-behuizing compact zijn en zodanig uitgevoerd dat deze economisch hanteerbaar is in de produktassemblage. Een groot aantal pennen op een zeer kleine onderlinge afstand kan bijvoorbeeld het ontwerp van dure printplaten met zich meebrengen.

Met de komst van complexe LSI- en VLSI-schakelingen heeft ook de behuizingsproblematiek grote proporties aangenomen. Naarmate het aantal elektrische aansluitingen toeneemt, wordt het moeilijker om uit het silicium te halen wat erin zit. Grotere aantallen langere aansluitdraden veroorzaken immers grotere parasitaire zelfinducties en capaciteiten, grotere bedradingsweerstanden en ongewenste beïnvloeding door overspraak. Vooral bij de huidige hoge werkfrequenties spelen deze factoren een belangrijke rol. Daarbij komen nog de hoge betrouwbaarheidseisen (schok-, trillings-, corrosie- en stralingsbestendigheid) en de hoge thermisch-mechanische eisen wegens de grotere dissipatie. Ontwerpen van behuizingen voor snelle complexe IC's is daarom uitgegroeid tot een volwaardig specialisme, dat van het VHSIC-programma krachtige innoverende impulsen ondervond.

Goede IC-behuizingen vormen een optimaal compromis van een reeks vaak tegenstrijdige eisen. Belangrijk zijn hierbij de substraatmaterialen, de methoden voor het hechten van het kristal en voor het realiseren van de elektrische verbindingen. Tot in het LSI-tijdperk kwamen deze verbindingen uitsluitend tot stand door middel van uiterst dunne goud- of aluminiumdraden die door thermocompressie respectievelijk ultrasone hechting met de kleine aluminiumvlakjes op het kristal werden verbonden. Het VLSI-tijdperk komt echter steeds dichter bij de grenzen van wat met deze methoden technisch en economisch bereikbaar is. Kernredenen zijn:

- Kleinere hechtvlakjes op het kristal betekenen kleinere werktoleranties van de automatische ,,chip bonders'';
- Draadhechten is een sequentieel proces dat bij IC's met zeer veel aansluitingen ook met snelle apparatuur betrekkelijk traag verloopt (bijvoorbeeld driekwart minuut voor een 180-pens IC).
- Bij gebleken produktie-uitval na volledig elektrisch beproeven van het IC moet de fabrikant ook de behuizings- en assemblagekosten afschrijven.

Afb. 2. Antistatische ,,bubble suit'' met integraal masker en luchtfilter. Het dragen van deze speciale kleding voorkomt het genereren van stof door ademen, hoesten enz.

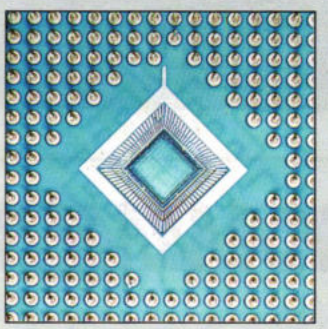
In het kader van het VHSIC-programma zijn verscheidene alternatieve methoden uitgewerkt om verbindingen tussen behuizing en kristal te realiseren. Wat de behuizingsvorm betreft, kunnen we constateren dat de conventionele rechthoekige keramische of plastic DIL-omhullingen voor complexe IC's hoe langer hoe meer uit de gratie raken. Door de voorkeur voor korte en optimaal gedistribueerde verbindingen zijn de vierkante omhullingen sterk in opmars. Voorbeelden zijn de LCCC *(leadless ceramic chip carrier)* of PLCC *(plastic leadless chip carrier)* voor oppervlaktemontage en de keramische penroostersubstraten *(,,pin-grid arrays'')*. Bij dit laatste behuizingstype kan men de aansluitpennen op een kleine steek over een groot deel van de oppervlakte verspreiden. Penroostersubstraten zijn daarom favoriet voor zeer grote pennentallen en bestaan in verschillende uitvoeringsvormen. We behandelen in het volgende enkele varianten uit de Honeywell-stallen.

ZESLAAGS PENROOSTERSUBSTRAAT

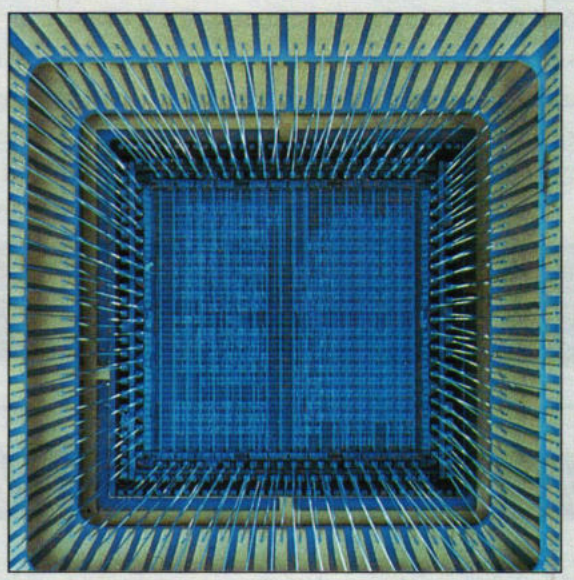
Afb. 3a geeft een indruk van de onderzijde van Honeywell's *HE2000*, een zeer snelle bipolaire gate-array met 173 aansluitpennen en zijden van 41 mm. Om alle aansluitingen van het kristal zonder onaanvaardbare verslechtering van de elektrische eigenschappen met de aansluitpennen te verbinden, is het keramische behuizingslichaam uitgevoerd als zeslaags substraat. Signaal-, voedings- en massalijnen hebben gescheiden metallisatielagen.

Alle inwendige verbindingen met de pennen voeren naar een contact op één van de twee verbindingsstrippen die in twee niveaus zijn aangebracht langs de omtrek van de vierkante montageruimte voor het kristal, zie de detailfoto in afb. 3b. De eigenlijke verbinding tussen de behuizing en de twee parallelle contactrijen op het kristal, komen tot stand door ultrasone aanhechting van aluminiumdraden.

Zoals blijkt uit afb. 3a, is het kristal ,,met het gezicht naar beneden'' in de behuizing be-

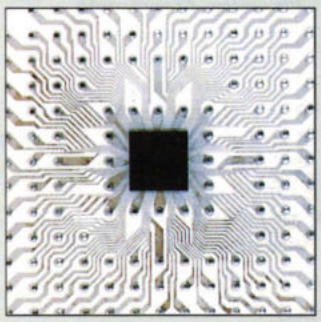


(a)

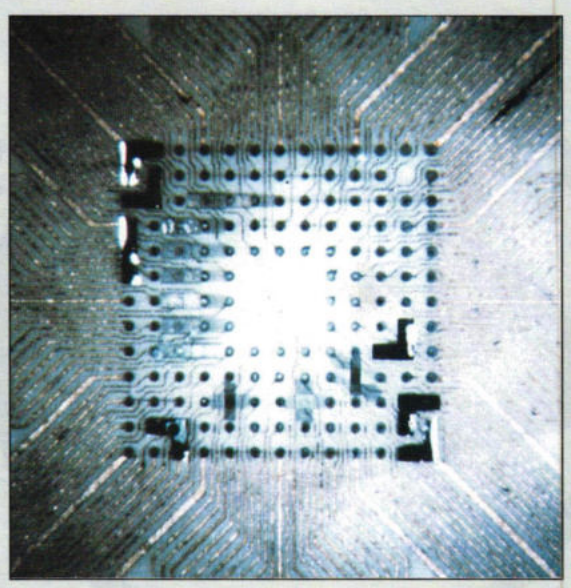


(b)

Afb. 3. Zeslaags penroostersubstraat voor bipolaire 173-pens gate-array met 2000 poorten. Het keramische behuizingslichaam bevat zes verbindingsniveaus met gescheiden signaal-, voedings- en massalagen (a). Om alle verbindingen nog op conventionele wijze te kunnen realiseren, zijn op het kristal twee contactrijen aangebracht en heeft de behuizingskooi twee verbindingsniveaus (b).



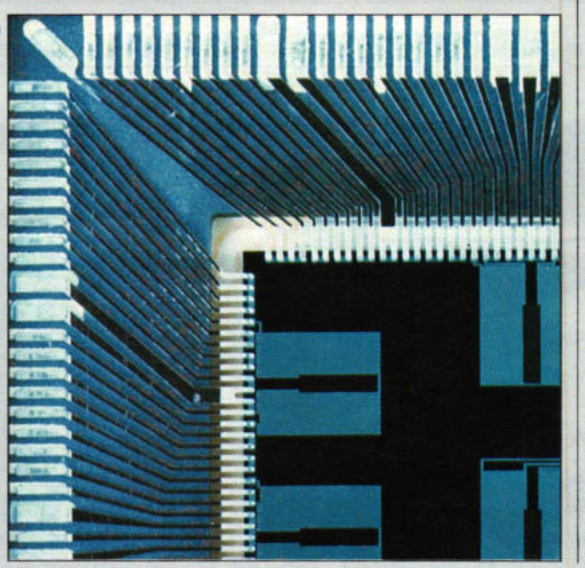
(a)



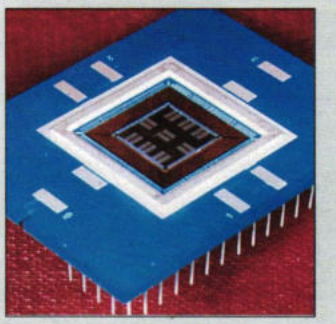
(b)

Afb. 4. De „flip chip" rekent af met het conventionele draadhechten. Tot 160 koperen pennen zijn gelijktijdig in het keramische dunnefilmsubstraat gestoken en door een zeer fijnmazige bedrading met de aansluitpunten voor het IC-kristal verbonden (a). De aansluitvlakjes voor het kristal zijn in een vierkant raster over de bevestigingsplaats verdeeld (b). Op het kristal hebben de aansluitingen een nauwkeurig overeenkomende configuratie van soldeerknobbeltjes. Bevestiging op het substraat geschiedt door het gelijktijdig reflow-solderen van alle contacten in een CCB-proces.

(b)



(a)



Afb. 5. Prototype van een 180-pens keramische behuizing voor één van Honeywell's VHSIC-schakelingen (a). Voor de elektrische verbindingen tussen kristal en drager wordt gebruik gemaakt van een TAB-methode (Tape Automated Bonding). Daartoe is het kristal op de contactplaatsen voorzien van soldeerknobbeltjes. Een reflow-soldeerproces verbindt alle knobbeltjes gelijktijdig met de contacten van de TAB-film (b).

▷

printed circuit board assemblage

handmatig
semi-automatisch
vol-automatisch
met behulp van de
volgende machines:

NC gestuurde boormachines, Excellon
sequencers, Universal
automatic inserters, Universal
dip-inserters, Ami-star
golfsoldeerbad

automatische testeenheden
op H.P. basis
eindassemblage
engineeringsondersteuning bij
ontwerp en produktierijp maken
van uw projecten

CIRCUIT TECHNOLOGY BV

postbus 73, 2410 AB Bodegraven, telefoon 01726-13662

DE ALLROUND DEVICE PROGRAMMER

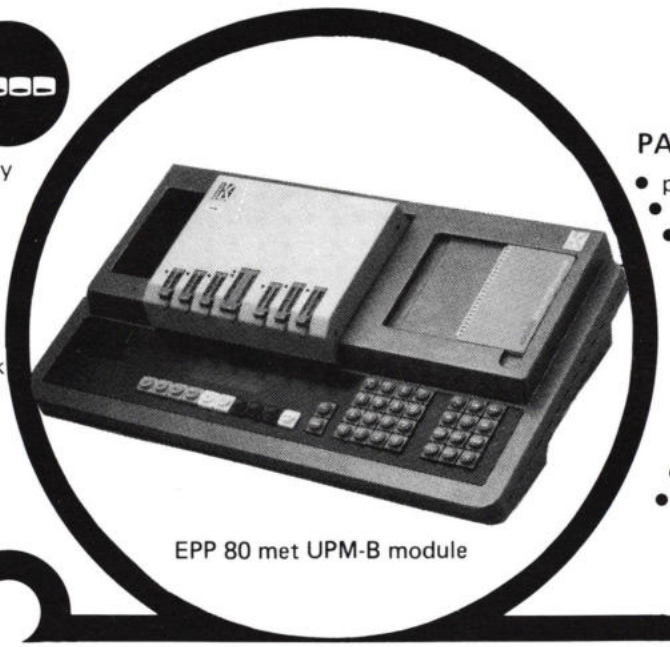
De volgende mogelijkheden hebben wij u te bieden met de universele programmer module:

EPP/MPP Programmer

- max. 4Mbit RAM
- low power UV-eraser
- hardware, software en memory tests
- ingebouwde device lijst
- alle bekende I/O protocolls

E(E) en Bipolaire Proms

- gesupport t/m 27512
- aktieve silicon signature check
- programmer algorithme selecteerbaar
- power on- en socket test geïmplementeerd
- geavanceerde error meldingen



EPP 80 met UPM-B module

PAL'S

- programmeert MEGAPAL
- intelligente check functies
- ingebouwd fuse array conversie programma
- backup in E(E) Prom mogelijk van pattern test-vectoren etc.
- uitgebreide vector test
- JEDEC fuse checksum functie
- uitgebreide JEDEC error meldingen
- programmering last fuse
- fuse plot voor alle PAL'S

C.N. Rood B.V., Cort v.d. Lindenstr. 11-13, P.B. 42, 2280 AA Rijswijk, Nederland. Tel. 070-996360, Telex 31238

DORAM electronics

import export groothandel

IC-voeten met vergulde precisie-kontakten vanaf 4,5 cent per pen.

Visserstraat 4A - 5612 BT Eindhoven - ☎ 040 - 453904

transi +ttl-ls+hc-+c-mos+65xx+68xx+z80+opto+uPs+
1n40xx+zen erdioden1.3watt+kerco+elco+druppeltantaal+
koolweerstanden n+printtrafo's+din41617connectors+din41612
connectors+subd con latcable connectors+flatcable+ic-voeten low
cost+ic-voeten precisie kten+stekermateriaal+meetsnoeren+Hirschmann
kleps+koelmateriaal+ringkerntrafo's+kristallen+schakelaars++++++++++++
Voor info en bestellingen: Postbus 2150, 5600 CD EINDHOVEN. Telex:51361

vestigd. Alle gedissipeerde warmte wordt zodoende afgevoerd naar de bovenzijde van de behuizing, die kan fungeren als thermisch contact voor een koellichaam, zodat geforceerde luchtkoeling mogelijk is.

Hermetische afdichting en elektrische afscherming van de montageruimte wordt verkregen door een gesoldeerd dekseltje.

„FLIP CHIP"

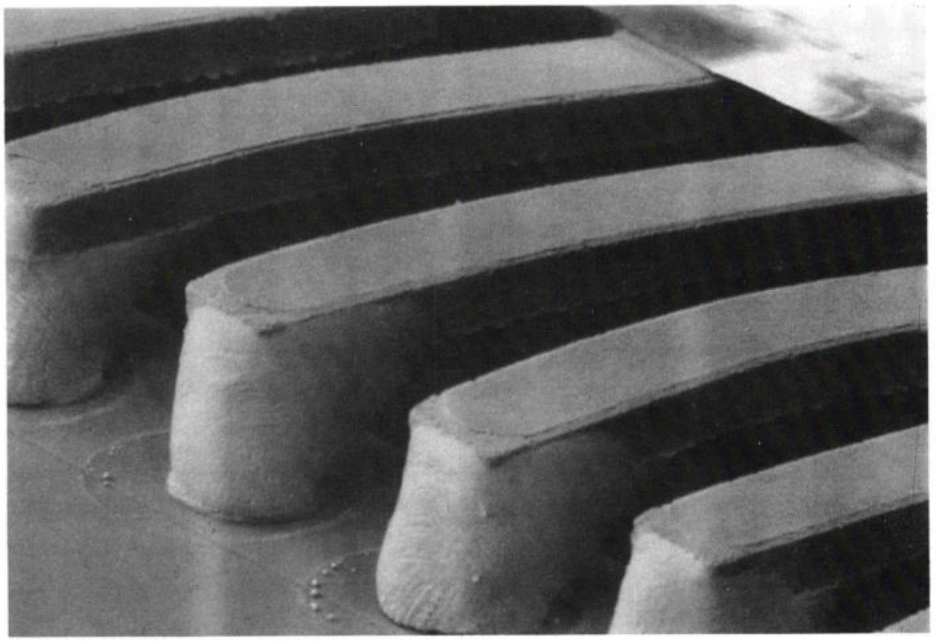
Een geheel afwijkend behuizingsconcept, dat afrekent met het conventionele draadhechten, is weergegeven in afb. 4a. Als drager fungeert hier een keramisch dunnefilm-substraat, waarin gelijktijdig 138 tot 160 koperen pennen zijn gestoken. Een zeer fijnmazige bedrading (lijnbreedte 1,5 mil of 0,038 mm, hartafstand 3 mil of 0,076 mm) verbindt de pennen met de aansluitpunten voor het IC-kristal in het midden van het substraat. Zoals afb. 4b in detail laat zien, zijn de aansluitvlakjes niet alleen langs de buitenrand maar in een vierkant raster over de bevestigingsplaats verdeeld.

Uiteraard moeten de aansluitingen op het voor dit substraattype geschikte IC-kristal een zelfde configuratie hebben. Voordat de wafer wordt verzaagd, voorziet een galvanisch proces alle aluminiumvlakjes van een knobbeltje soldeer. Na exact positioneren van het kristal vindt gelijktijdige aansluiting van alle contacten plaats in een nauwkeurig beheerst reflow-soldeerproces, dat bekend is onder de afkorting CCB *(controlled collapse bond)*.

Volgens dit concept – dat wel *„flip chip"* wordt genoemd – kan men relatief goedkope IC-behuizingen met een groot pennental en goede elektrische eigenschappen realiseren. Bovendien kunnen meetsystemen via de soldeerknobbeltjes met relatief eenvoudige middelen toegang krijgen tot alle aansluitingen van het kristal. Zodoende is volledige elektrische beproeving mogelijk alvorens men tot assemblage overgaat.

TAPE AUTOMATED BONDING

Een alternatieve, sterk in opkomst zijnde verbindingsmethode is *„tape automated bonding"* of kortweg TAB. Deze methode gaat uit van een langs de randen geperforeerde film (standaard 35 mm formaat) waarop langs fotolithografische weg kleine „leadframes" zijn aangebracht. Elk van deze raamwerken is een waaiervormige configuratie van verbindingssporen en dient als intermediair tussen het kristal en het contactraam in de behuizingskooi. Het tevoren van soldeerknobbeltjes voorziene kristal wordt nauwkeurig op de film gepositioneerd en, als een spin in een web, in één reflow-behandeling (bijvoorbeeld door pulssolderen) op de film gehecht. Na het volledig elektrisch beproeven van de op een filmspoel gewikkelde IC's volgt het eveneens in één actie tot stand brengen van alle verbindingen met het contactraam van de behuizing.



Afb. 6. Rasterelektronenmicroscoop-opname van enkele TAB-verbindingen. Uit deze foto blijkt dat de soldeerlas die het kristal met de koperen vingers van de TAB-film verbindt, uitstekend is doorgevloeid.

Vanuit dit principe zijn verscheidene varianten ontwikkeld, die zich uitstekend lenen voor volledig automatische assemblage van kleine DIL-behuizingen tot complexe penroostersubstraten met honderden aansluitingen. Ook de voor oppervlaktemontage bestemde behuizingsloze Micropacks *(Siemens)*, waarbij het IC in glas is ingekapseld, berusten op deze werkwijze.

VHSIC-BEHUIZINGEN

In nauwe samenwerking met projectpartner en IC-behuizingsfabrikant *3M*, werkte Honeywell TAB-methoden uit die voldoen aan de stringente eisen van het VHSIC-programma. Voor Honeywell's „hardware"-bijdrage, het trio IC's voor de eerdergenoemde elektro-optische signaalprocessor, bleek TAB uitstekende perspectieven te bieden om aan de specificaties te kunnen voldoen. Afb. 5a toont een behuizingsprototype voor één van deze VHSIC-schakelingen, een keramisch meerlaags substraat met 180 pennen op een steek van 0,1 inch (2,54 mm). Het IC-kristal, waarvan afb. 5b een detail weergeeft, is op de contactplaatsen voorzien van soldeerknobbeltjes. Daar het reflow-proces alleen de warmte hoeft te leveren voor het tot stand brengen van de elektrische en mechanische verbinding, blijft de thermische belasting van het kristal gering. Zoals blijkt uit de met een rasterelektronenmicroscoop gemaakte opname in afb. 6, kan de soldeerlas tussen het kristal en de koperen vingers van de TAB-film een uitstekende kwaliteit hebben. Volgens deze methode kan men zelfs tot enkele honderden verbindingen realiseren; een door 3M ontwikkelde TAB-film voor IC's met 284 aansluitingen is weergegeven in afb. 7.

– *„Area TAB"*

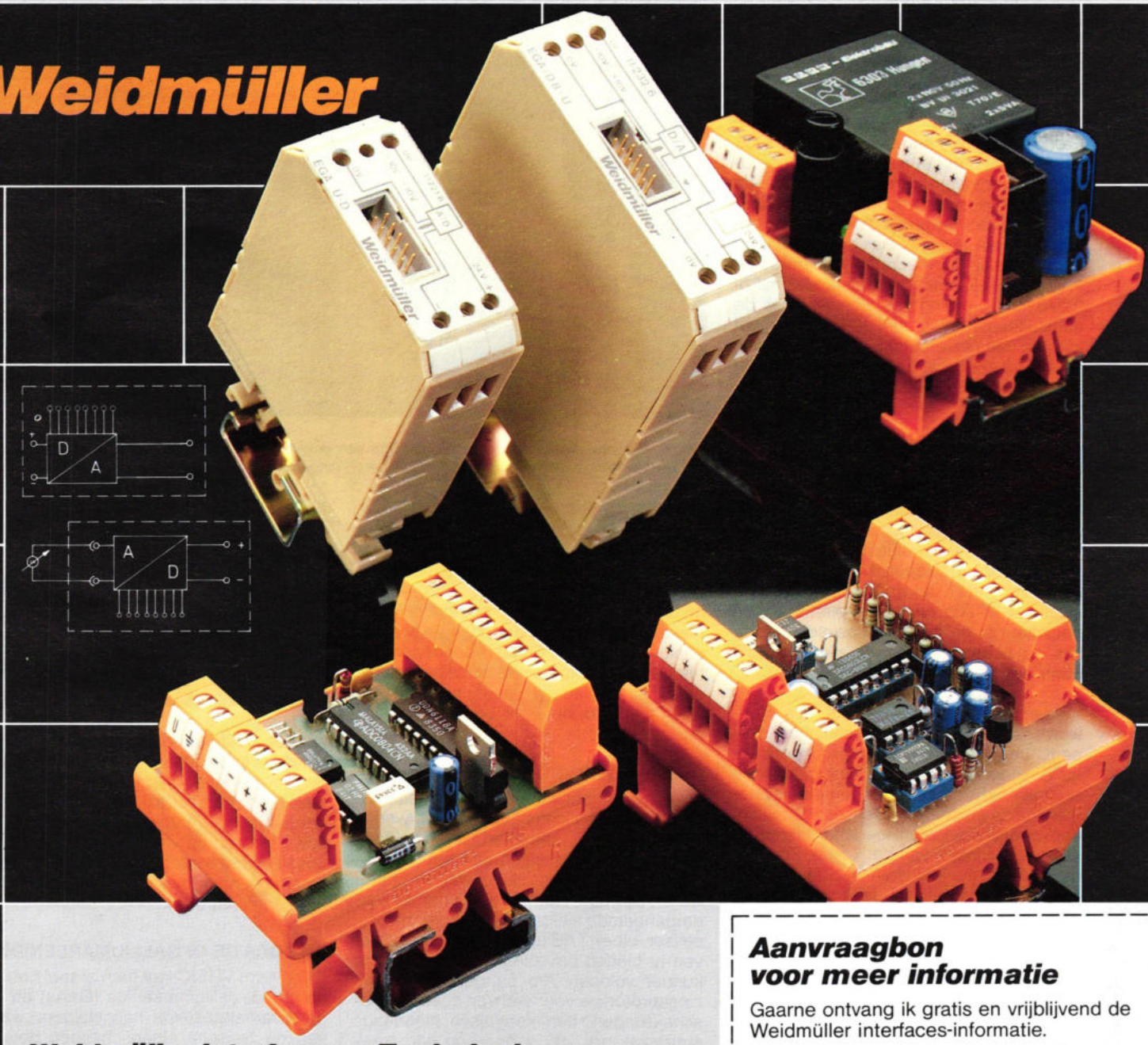
Nog meer mogelijkheden biedt een door Honeywell en 3M voorgesteld concept dat TAB combineert met de hiervoor beschreven „flip-chip". Het principe van deze *„area TAB"* genoemde methode is weergegeven in fig. 8. Een filmsubstraat met twee inwendige verbindingslagen verbindt de over het gehele kristaloppervlak verspreide soldeerknobbeltjes met het contactraam in de behuizingskooi. Eerst wordt daartoe het kristal in de behuizingskooi gehecht en het bedekkende filmsubstraat aangebracht. Vervolgens komen door reflow-solderen de verbindingen tussen het kristal en het contactraam tot stand. Prototypen met meer dan 600 aansluitingen zijn al gedemonstreerd.

INTEGRATIE IN GALLIUMARSENIDE

Bij de term VHSIC legt men al snel het verband met galliumarsenide (GaAs) en andere samengestelde halfgeleiders, waarvan de fysische eigenschappen gouden bergen beloven voor zeer snelle digitale logica. Als belangrijkste eigenschappen memoreren we de in vergelijking met silicium ruim vijf maal grotere elektronenbeweeglijkheid, de toelaatbaarheid van hogere kristaltemperaturen en de grote stralingsbestendigheid. In talrijke laboratoria, verspreid over de Verenigde Staten, Japan en Europa, is al jarenlang grootscheeps speurwerk aan de gang naar het beheersen van dit brosse, uiterst moeilijke materiaal. Toch hebben de architecten van het Amerikaanse VHSIC-programma GaAs links laten liggen. Een logisch gevolg van de realistische aanpak, die was gebaseerd op wat men binnen het krappe tijdsbestek van beide fasen bereikbaar achtte. Daar- ▷

Analoog/digitaal en digitaal/analoog omvormers

Weidmüller



Weidmüller interfaces

De Weidmüller interfaces zijn uitermate geschikt voor besturingssystemen. Ze zijn van een kwaliteit die u alleen van een bedrijf als Weidmüller mag verwachten.

Technische gegevens

- Digitaal ingangs/uitgangs-niveau 24V.–
- Hulpspanning 24V.–
- Omvormingsduur 120 μ sec.
- 0..± 10V - 8 bit.
- 8 bit - 0 ± 10V. (1 start-bit).

Weidmüller wint in service en techniek

Weidmüller B.V.
Zuiderloswal 2c, HILVERSUM
Tel.: 035 - 28 48 76 (7 lijnen)
Telex: 73582 weid

Correspondentie-adres:
Postbus 1505, 1200 BM HILVERSUM

Verrassend veelzijdig

Aanvraagbon voor meer informatie

Gaarne ontvang ik gratis en vrijblijvend de Weidmüller interfaces-informatie.

Naam: _____

Bedrijf: _____

Functie: _____

Afdeling: _____

Adres: _____

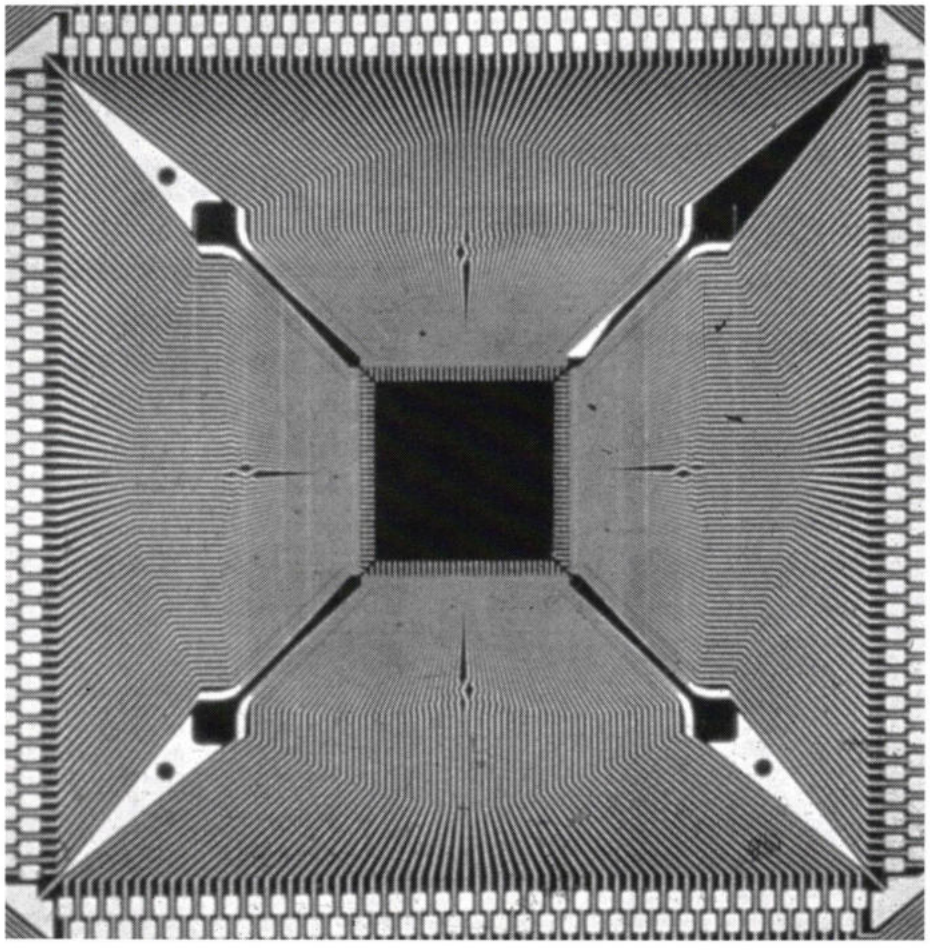
Postcode: _____

Plaats: _____

Telefoonnummer: _____

Stuur deze coupon in een ongefrankeerde envelop aan: Weidmüller B.V.
Antwoordnummer 1135,
1200 VB HILVERSUM.

11 EC



Afb. 7. Door 3M ontwikkelde TAB-film voor IC's met 284 aansluitingen.

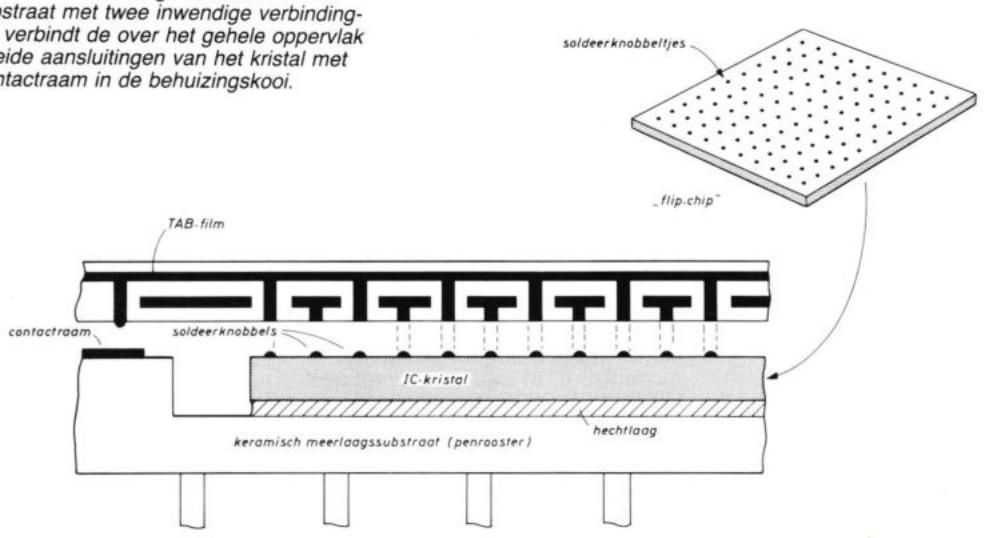
om concentreerde men zich geheel op de goed voorspelbare evolutie van de siliciumtechnologie, ,,gokkend'' op de twee paarden ,,bipolair'' en ,,MOS''. Pakkingsdichtheden die zich zouden kunnen meten met die van silicium lagen voor galliumarsenide destijds nog ver achter de horizon. Zeker in de studiefase van VHSIC was het niet moeilijk om halfgeleiderexperts te vinden die het fenomeen ,,galliumarsenide'' met grote scepsis tegemoet traden.

Niettemin wekte GaAs wel degelijk de interesse van het DoD. Een paar jaar geleden konden sommige industriële laboratoria al veelbelovende experimentele GaAs-schakelingen laten zien. Inrichting van een fabriek voor commerciële GaAs-produktie vergt echter grote investeringen die, gezien de nauwelijks te schatten markt, grote risico's dragen. Zodoende ontbraken de faciliteiten om op grotere schaal te produceren en zo de noodzakelijke ervaring te verwerven. Geïnteresseerd in enkele specifieke produkten, sloot DoD's *Defence Advanced Research Projects Agency* (DARPA) in 1983 een contract met *Rockwell International*. Deze overeenkomst ter waarde van 24,5 miljoen dollar impliceerde behalve produktontwikkeling ook het doorbreken van de geschetste vicieuze cirkel, namelijk het inrichten van een produktielijn voor GaAs-IC's.

PRODUKTIE GaAs-IC'S VAN START

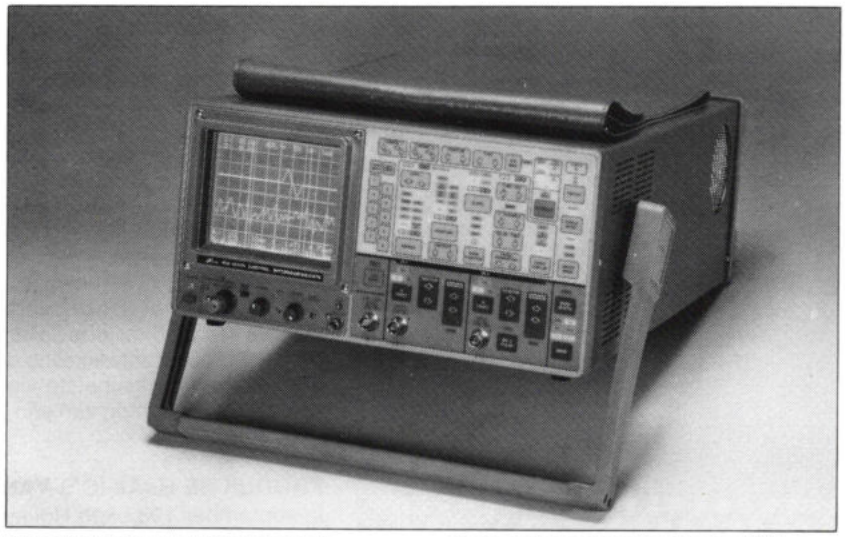
In september 1983 kon Honeywell als belangrijkste onderaannemer een fors deel, dat wil zeggen zeven miljoen dollar, van het DARPA-contract binnenhalen. Sterke

Fig. 8. Met ,,area TAB'', dat een combinatie vormt van TAB en de ,,flip-chip'', kan men vele honderden aansluitingen realiseren. Een filmsubstraat met twee inwendige verbindingslagen verbindt de over het gehele oppervlak verspreide aansluitingen van het kristal met het contactraam in de behuizingskooi.



Nieuws van Simac Electronics

Nieuwe gecombineerde 100 MHz "real time" en digitale geheugenoscilloscoop van Iwatsu.



Steeds groter wordt de vraag naar snelle oscilloscopen met golfvormopslag en amplitude/tijd meetmogelijkheden. Een van de belangrijkste redenen, is het almaar sneller en nauwkeuriger worden van de huidige elektronische schakelingen. Het meten van snelle éénmalige gebeurtenissen of repeterende signalen was tot op heden een dure aangelegenheid. Iwatsu heeft nu een doorbraak gerealiseerd met het model DS-6121.

40 MHz sample snelheid en 100 MHz equivalente sampling.
Het model DS-6121 van Iwatsu beschikt over een maximale sample snelheid van 40 MHz, hetgeen betekent dat men éénmalige gebeurtenissen met frequentie-componenten van 10 MHz of meer kan vangen en opslaan in het geheugen van 2048 woorden per kanaal. Wanneer het ook nog een repeterend signaal is, dan kan men zelfs tot 100 MHz digitaliseren en opslaan.

100 MHz 2-kanaals/4-spoors "real time" oscilloscoop.
Niet te vergeten is natuurlijk de eigenschap om als gewone 100 MHz oscilloscoop te fungeren. Zowel de ingangssignalen als hun uitvergrote (vertraagde) golfvormen kunnen worden gepresenteerd en naar wens opgeslagen in het display geheugen (4 sporen/512 woorden).

Uitgebreid functiemenu.
Menugestuurde functies als amplitude, frequentie, tijd en fasemetingen zowel in "real time" als in "storage" mode door middel van cursors, frontpaneel-instelling opslag (4x), golfvormopslag (4x), 2 tot 256 x golfvormmiddeling, equivalente sampling tot 100 MHz (-3 dB), golfvorm- interpolatie, rekenfuncties als optellen, aftrekken en vermenigvuldigen, GO/NOGO arbitrage en golfvormuitgang voor een XY-recorder.

GPIB of RS-232C interface.
Voor de data-overdracht naar een plotter òf systeemgebruik kan het model DS-6121 van Iwatsu met een GPIB of RS-232C interface worden uitgebreid.

simac electronics

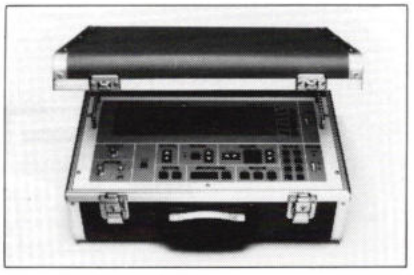
Nieuwe draagbare service FFT analyzer model CF-200 van Ono Sokki

Door hun gewicht en omvang zijn de beschikbare FFT analyzers meestal gebonden aan een vaste opstelling. Het meten van trillingen, audio-signalen enz. in het veld is om die reden dan ook een moeizame en tijdrovende aangelegenheid.
De nieuwe draagbare FFT analyzer met een gewicht van 8 kg (incl. batterij) en afmetingen van 38 x 32 x 15 cm is dan ook dé oplossing voor metingen in het veld en onder moeilijke omstandigheden; ideaal voor service-doeleinden.

Batterij-, accu- en netvoeding
De DC-20 kHz FFT analyzer kan zowel met een ingebouwde batterij (optie) of accu (extern) of 85~264 Volt AC gevoed worden,waardoor deze nog flexibeler wordt.

Groot LCD display en ingebouwde printer
Een groot LCD display en een ingebouwde thermische printer staan ter beschikking om direct vergelijkingen te doen en conclusies te trekken. Verder beschikt de CF-200 FFT analyzer over een 8 Kbyte geheugen voor het opslaan van transient data (4 Kbyte/12 bit), 4 geanaliseerde data frames zoals power spectrum, histogram, enzovoorts en 3 frontpaneelinstellingen.

Ontworpen voor directe sensor-aansluiting
De CF-200 is uitgevoerd met een analoge ingang die geschikt is voor direct aansluiting van een met 'n ingebouwde versterker uitgevoerde versnellingsopnemer en elektrische condensator microfoon zodat extra versterkers niet nodig zijn.



Simac Electronics voor de allernieuwste ontwikkelingen, Uw vertrouwen meer dan waard.

Simac Electronics b.v. 5503 HR Veldhoven NL tel.: 040-582911 telex 51037
Simac Electronics pvba/sprl 1210 Brussel B tel.: 02-2192453 telex 23662

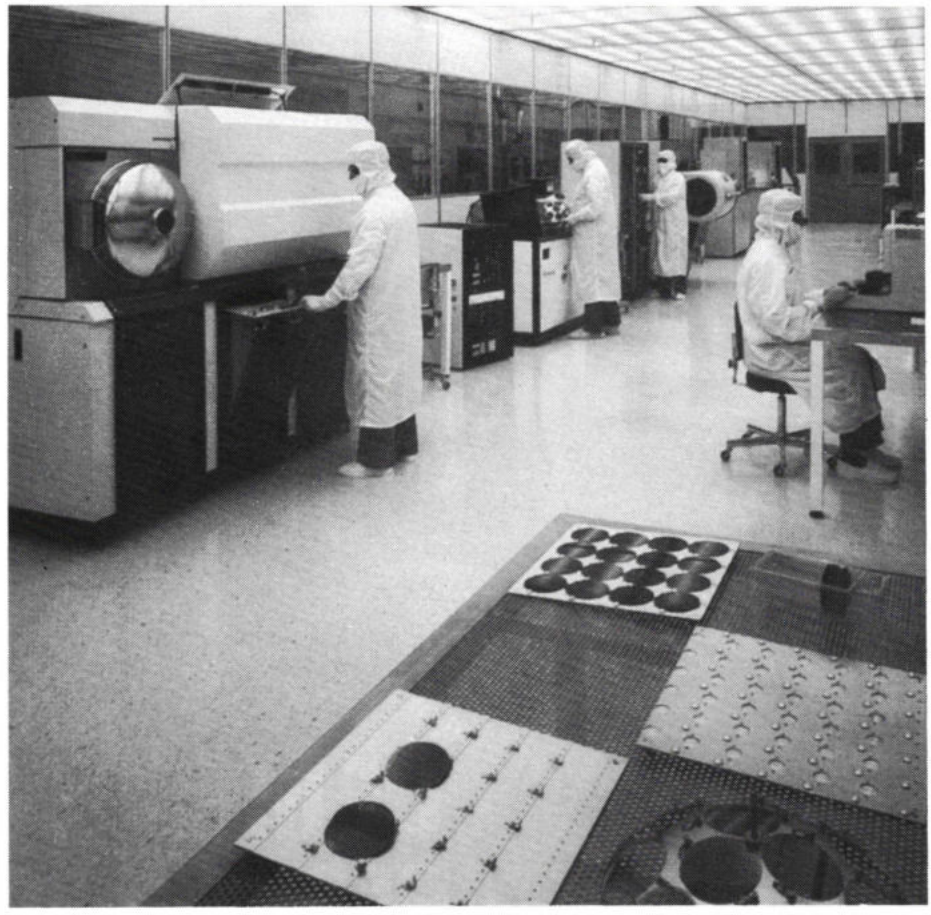
troeven waren de stand van het GaAs-onderzoek en de al opgedane produktie-ervaring bij Honeywell's „Natlab", het *Physical Sciences Center* in Bloomington (Minnesota). In het kader van deze overeenkomst en met ongeveer twaalf miljoen dollar uit eigen beurs bouwde ook dit bedrijf een fabriek voor de proeffabricage van GaAs-IC's en wel in Richardson (Texas). De inrichting van deze fabriek werd in april 1985 afgerond. Nog dit voorjaar moet, na een ruime inwerkperiode, de eerste werkelijke produktie beginnen.

De fabriek heeft een totale vloeroppervlakte van 4100 m^2, waarvan vijf stofarme produktietunnels 2500 m^2 in beslag nemen. Deze tunnels hebben een lengte van circa 30 m, terwijl er ruimte aanwezig is voor uitbreiding tot 37 m en voor drie extra tunnels. In de tunnels heerst een stofarm milieu volgens stofklasse 10 (zie eerder gegeven definitie), waartoe de luchtbehandelingsinstallatie per minuut 20 000 m^3 lucht door de procesruimten laat stromen. Gekozen is voor een gedeeltelijk laminaire stroming, waarbij de vanuit de plafonds komende luchtstroom op een hoogte van circa 30 cm boven de vloer in één richting horizontaal wordt afgezogen.

Voor volledig automatische regeling van temperatuur en luchtvochtigheidsgraad werd een Honeywell Excel-systeem geïnstalleerd. Belichting van de hier verwerkte 3-inch wafers geschiedt met een 10 : 1 waferstepper. Men verwacht dat de produktiecapaciteit de eerste periode rond 200 wafers per week zal schommelen; later moet de weekproduktie uitgroeien tot 1000 wafers. Afb. 9 toont één van de produktietunnels; afb. 10 laat het in Richardson opgestelde ionenimplantatie-apparaat zien.

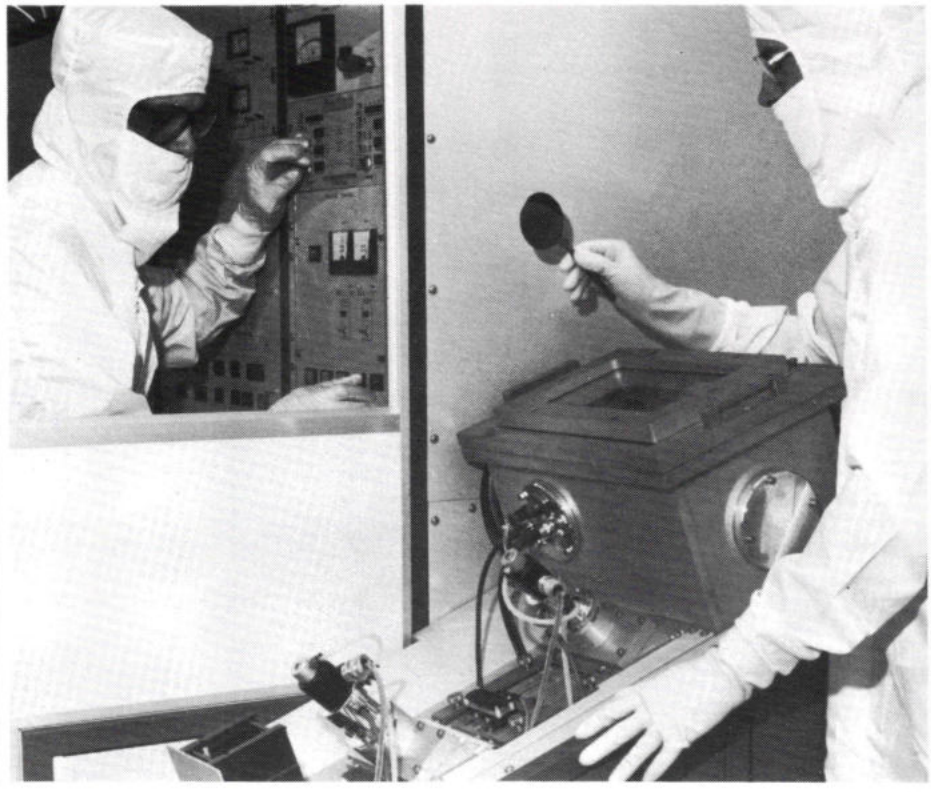
Zowel Rockwell als Honeywell ontwikkelen hun eigen schakelingen, zodanig dat overdracht naar de produktielijnen van de ander mogelijk is *(„second-sourcing")*. Bij Rockwell zullen dit jaar de eerste 16-Kbit GaAs-RAM's uit de ovens komen en men verwacht al volgend jaar een 64-Kbit-type in produktie te kunnen nemen. Honeywell zal voor DARPA de produktie van een gate-array met 6000 of indien mogelijk 10 000 poorten ter hand nemen. Per bistabiele flipflop zal deze schakeling 400 μW dissiperen op een klokfrequentie van 50 MHz en bij 50% effectief gebruikte poorten. Een interessant aspect van het contract is dat de opdrachtgever slechts aanspraak maakt op 60% van de produktiecapaciteit. Voor de overige 40% mag de fabrikant commerciële afzetkanalen zoeken. In dit kader annonceerde Honeywell in november de eerste commerciële GaAs-gate-array (type *HGG2020*; 2000 poorten; klokfrequentie maximaal 1 GHz; poortvertraging 230 ps; 88-pens behuizing). Voorts biedt de fabriek in Richardson sinds kort flexibele „foundry"-faciliteiten.

Voor Honeywell betekende het DARPA-contract een winst van drie jaar bij het reali-



Afb. 9. Eén van de vijf produktietunnels in Honeywell's fabriek voor GaAs-IC's in Richardson (Texas).

Afb. 10. Tot de produktie-apparatuur in Honeywell's GaAs-produktielijn behoort deze ionenimplanteur.



▷

THEMANUMMER

DE MEEST POPULAIRE PORTABLES NU OOK DIGITAAL!

Eigenschappen	2430	2230	2220
Max. sample rate	100 MS/s	20 MS/s	20 MS/s
Bandbreedte	150 MHz	100 MHz	60 MHz
Record-lengte	1K/Kanaal	4K/1K instelbaar	4K
Piekdetectie	Ja (2 ns)	Ja (100 ns)	Ja (100 ns)
Signaal middelen	Ja	Ja	Ja (herhaald samplen)
Pre- en post-triggering	Ja/keuze	Ja/keuze	Ja
Cursor-metingen	ΔT, 1/ΔT, ΔV, dB, slope, %	ΔT, 1/ΔT, ΔV	Neen
CRT-uitlezing	Ja	Ja	Neen
Save on Delta	Ja	Neen	Neen
Zelfcalibrerend	Ja	Neen	Neen
Instelling front-paneel oproepbaar	Ja	Neen	Neen
Garantie	3 Jaar	3 Jaar	3 Jaar

Tektronix biedt nu een keuze uit drie nieuwe digitale draagbare geheugen-oscilloscopen. Deze zijn gebaseerd op de hoogwaardige en krachtige eigenschappen die alle Tektronix-produkten kenmerken. Bovendien stellen deze apparaten zelf nieuwe normen. Op het gebied van kwaliteit, prijs en gebruiks-vriendelijkheid.

De nieuwe Tek 2430: een bandbreedte van 150 MHz, digitaliseren met 100 MS/s. Een sterke combinatie, bestemd voor digitaliseren, aflezen en opslaan van complexe signalen met een hoge bandbreedte. Ook de verticale resolutie van 8 bits, de record-lengte van 1K per kanaal en de kristal-gestuurde tijdbasis met 0,01% nauwkeurigheid maken van de 2430 een geavanceerd meetpakket met vele uitzonderlijke faciliteiten, inclusief glitch-detectie van 2 ns bij elke sweep-snelheid.

Dank zij eenvoudig opgezette menu's en de vertrouwde bedieningsorganen kunt u de 2430 onmiddellijk inzetten voor elke nieuwe taak, uiteenlopend van toegepast onderzoek voor produktontwikkeling tot geautomatiseerde produktielijnen.

Zoekt u de hoogste rentabiliteit en kwaliteit, dan bieden de nieuwe Tek 2230 en 2220 u krachtige faciliteiten voor een uitzonderlijke prijs. Een bandbreedte (ook bij opslag) van 100 MHz bij de 2230 en 60 MHz bij de 2220. Sampling met 20 Ms/s en 8-bit verticale resolutie. Een record-lengte van 4K en een geheugen voor opslag van referentie-signalen, èn het comprimeren, positioneren en uitrekken van deze signalen. Beide scoops kunnen optioneel worden uitgerust met GPIB- en RS-232-C interfaces. De 2230 kan bovendien uitgebreid worden met 26K extra referentiegeheugen en batterij back-up. Tektronix' digitale scopes: Draagbaar geprijsd bedieningsgemak.

Voor meer informatie kunt u contact opnemen met:

Tektronix Holland N.V.
Postbus 226, 2130 AE Hoofddorp
tel.: 02503-13300.

Tektronix
COMMITTED TO EXCELLENCE

Electrische zelfvergrendelende connectors, coaxiaal – multipolig en kombinaties 1 - 55 polig – natuurlijk op maat van uw kabel.

Vitronic Componenten B.V.
Postbus 93
4900 AB Oosterhout
tel. 01620-51440

seren van oorspronkelijke plannen om met de produktie van digitale GaAs-IC's te beginnen. Behalve Rockwell en Honeywell heeft overigens nog tenminste een dozijn Amerikaanse bedrijven een GaAs-fabriek op poten dan wel op papier gezet voor de produktie van digitale IC's. Tot de verbeelding spreekt de volstrekte „outsider" *Ford Microelectronics*, dochter van de gelijknamige autofabrikant. Dit bedrijf investeerde namelijk 50 miljoen dollar in een galliumarsenide-fabriek, zonder te beschikken over enige produktie-ervaring met silicium. Totale investeringen in produktiemiddelen voor GaAs-IC's belopen over de twee afgelopen jaren alleen al in de Verenigde Staten zeker enkele honderden miljoenen dollar. Dit gegeven lijkt op zichzelf al een goede indicatie dat silicium-chauvinisten sneller ongelijk zullen krijgen dan ze oorspronkelijk dachten.

MATERIAALDEFECTEN IN GaAs

Inmiddels heeft de industrie een forse ervaring met het fabriceren van discrete GaAs-componenten als laserdioden en transistoren (MESFET's). Ook voor het vervaardigen van geïntegreerde analoge microgolfschakelingen (MMIC's of *microwave monolithic integrated circuits)* is GaAs zeer levensvatbaar gebleken. Veel ontwikkelwerk op dit innovatieve gebied is momenteel gericht op commerciële toepassingen. Integratie op grotere schaal dan MMIC's is echter een heel ander verhaal, dat tevens een groot deel van de eerdergenoemde scepsis verklaart. Een van de basisproblemen is het vermijden van materiaalfouten tijdens het groeien van de staven uitgangsmateriaal. Wegens de lage thermische geleidbaarheid treden in het GaAs-kristal mechanische spanningen op, die tijdens afkoeling krimp en daardoor dislokaties in het kristalrooster veroorzaken. In de onmiddellijke nabijheid van zulke roosterfouten aangebrachte transistoren zullen een drempelspanning vertonen die afwijkt van die bij transistoren in gebieden zonder roosterbeschadigingen.

Grote variaties in drempelspanning leiden bij digitale logica tot grote variaties in de storingsmarge. Als gevolg hiervan is een goede uniformiteit van de drempelspanningen van alle transistoren op een kristal een bepalend criterium voor het kunnen realiseren van complexe schakelingen. Een GaAs-technologie die variaties van circa 100 mV veroorzaakt is in feite voor MSI-schakelingen onbruikbaar. Voor GaAs-IC's met ongeveer 1000 poorten moet de variatie grofweg binnen 40 ... 60 mV blijven; om echte VLSI op grote kristallen en wafer-diameters van 100 mm mogelijk te maken zal men de drempelspanningsvariatie echter tot ruim beneden 20 mV moeten terugdringen. Pragmatici zoeken de oplossingen in het bereiken van een uniforme foutenverdeling over de GaAs-wafer. Fundamentalisten richten zich daarentegen op een zeer stringente beheersing van de mechanische spanningen tijdens de kristalgroei.

Hoewel de geschetste problematiek nog maar het topje van de ijsberg vormt, zijn er anderzijds tal van stappen in het produktieproces die zich niet fundamenteel van die voor silicium onderscheiden. Fabricage van GaAs-IC's is grotendeels gebaseerd op standaard produktiemiddelen voor silicium. Ook geldt dit voor de CAE-ontwerphulpmiddelen, hoewel de voor silicium ontwikkelde programmatuur wegens de afwijkende ontwerpregels niet zonder meer bruikbaar is voor GaAs-logica. Zo kan GaAs in hoge mate profiteren van de meer dan dertigjarige ervaring die de industrie met silicium heeft opgedaan.

GaAs-GENERATIES

Binnen Honeywell's *Physical Sciences Center* (PSC) concentreert het werk aan GaAs zich op procestechnologie, ontwikkeling van optimale transistormodellen, schakeltechnieken en speciale behuizingen voor ultrahoogfrequente GaAs-logica.

Vooralsnog is alle inspanning hier gericht op verschillende generaties veldeffecttransistoren, omdat men daarvan op middellange termijn meer praktische resultaten verwacht dan van exotische bipolaire schakel-elementen.

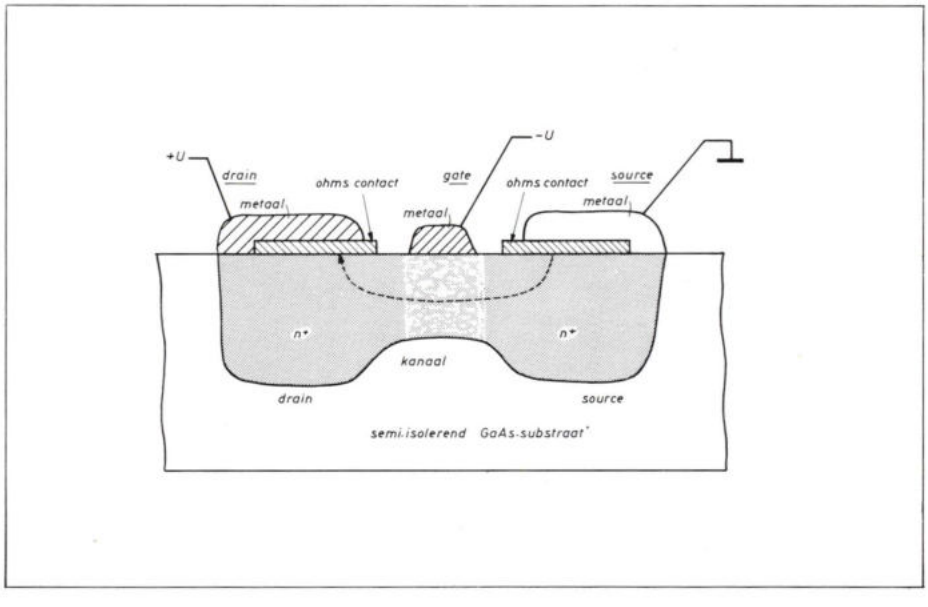
Momenteel heeft het PSC één produktierijpe GaAs-technologie overgedragen aan de GaAs-fabriek in Richardson. Deze eerste GaAs-generatie is gebaseerd op MESFET's van het verarmingstype. Ook is men in het PSC ver gevorderd met de opvolgende generatie, die verarmings- en verrijkings-MESFET's combineert. Over enkele jaren moet voorts een derde generatie produktierijp zijn gemaakt. Deze zal zijn opgebouwd met MODFET's (Honeywell's benaming voor de HEMT). Eerste experimenten met een afgeleide van dit transistortype, de HIGFET, lijken goede vooruitzichten te bieden voor het realiseren van complementaire CMOS-achtige configuraties en daarmee op werkelijk grootschalige integratie in GaAs. Om de onderlinge verschillen aan te geven, zullen we kort ingaan op de opbouw en de werking van deze transistoren.

VERARMINGS-MESFET'S

Een verarmings-MESFET *(metal semiconductor field effect transistor)* bestaat uit een substraat van intrinsiek GaAs met twee diepe en sterk met n^+-ionen gedoteerde putten die een ondieper en zwakker gedoteerd kanaal flankeren, zie fig. 11. De gate-elektrode is rechtstreeks op het kanaal aangebracht, maar is daarvan elektrisch geïsoleerd door een inherente schottky-barrière. Deze ontstaat doordat de verschillende fermi-niveaus van GaAs en het elektrodemetaal op het grensvlak een potentiaaldrempel veroorzaken. Zodoende kan hier het zeer dunne isolerende oxydelaagje, dat bij MOS-transistoren als eerste sneuvelt onder invloed van röntgenstraling, achterwege blijven. Om schottky-barrières bij de source- en drain-contacten juist te voorkomen, zijn de desbetreffende kristaloppervlakken voorzien van een speciale legering voor een ohms contact met de daarop aangebrachte metallisatie.

In het kanaal heerst een zodanige concentratie van ladingdragers dat dit bij afwezigheid van een gate-spanning zal geleiden. Een voldoende grote negatieve gate-spanning veroorzaakt een elektrisch veld dat het kanaal „verarmt", dat wil zeggen alle ladingdragers uit het kanaal verdrijft, en zodoende de stroom tussen source en drain blokkeert. Een verarmings-MESFET is dus een „normaal-aan"-element dat een positieve en een negatieve voedingsspanning behoeft. Met dit transistortype kan men zowel niet-gebufferde FET-logica (UFL) als schottkydiode-FET-logica (SDFL) realiseren, zie fig. 12.

Fig. 11. Opbouw van de verarmings-MESFET. De gate-elektrode is elektrisch van het kanaal geïsoleerd door de schottky-barrière tussen GaAs en elektrodemetaal. Contacten uit speciale legeringen voorkomen dit verschijnsel bij de source- en drain-aansluitingen.



THEMANUMMER

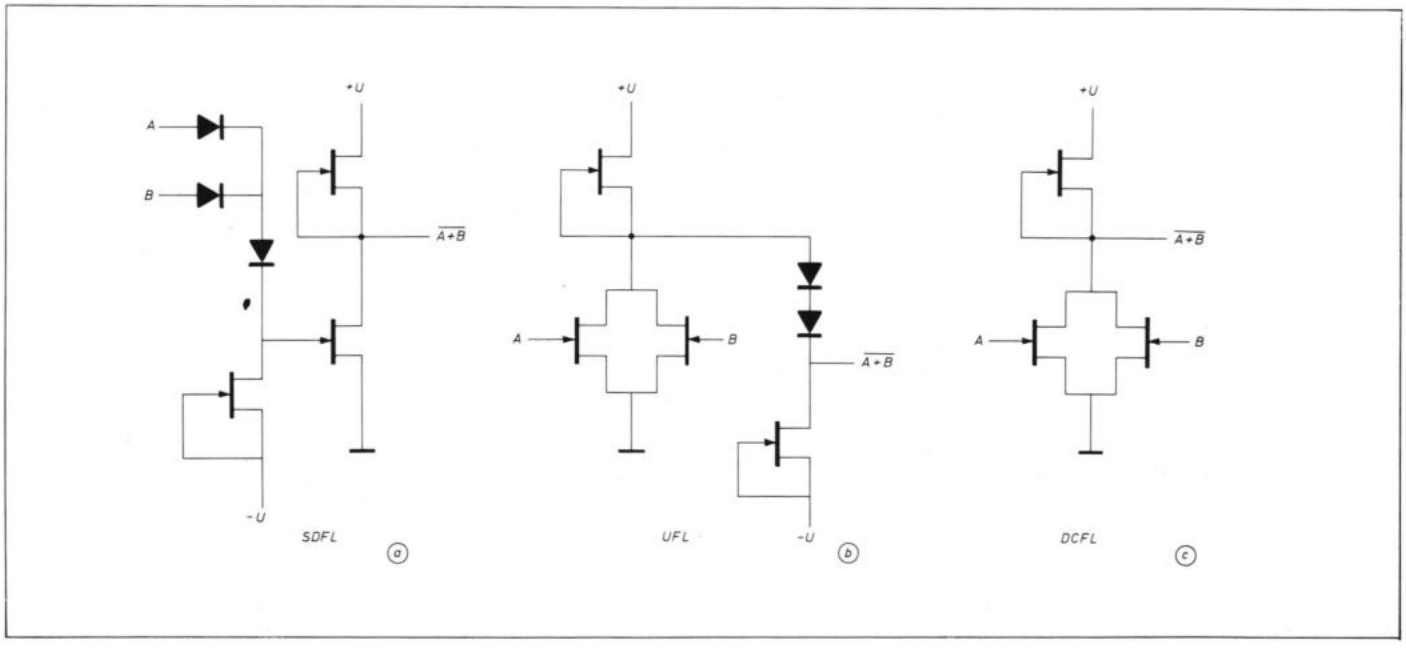


Fig. 12. NOR-poorten voor GaAs-logica. Verarmings-MESFET's zijn ,,normaal-aan''-elementen die een positieve en een negatieve voedingsspanning nodig hebben. Hiermee kan men schakelingen opbouwen zowel in schottkydiode-FET-logica (SDFL), zie fig. (a), als in niet-gebufferde FET-logica (UFL, Unbuffered FET Logic), zie fig. (b). Deze configuraties kenmerken de eerste generatie GaAs-logica. Door combinatie van verarmings-MESFET's en verrijkings-MESFET's (,,normaal-uit''-elementen) is de eenvoudigere poortconfiguratie van direct-gekoppelde FET-logica (DCFL, Direct Coupled FET Logic) mogelijk, zie fig. (c). Voordelen hiervan zijn een betere pakkingsdichtheid en een aanzienlijk kleinere dissipatie ten opzichte van UFL en SDFL.

VERRIJKINGS-MESFET'S

In tegenstelling tot de verarmings-MESFET is de verrijkings-MESFET (fig. 13) een ,,normaal-uit''-element. Het kanaal is hier zo ondiep gemaakt, dat het zelfs bij een gate-spanning van nul volt nog geen ladingdragers bevat en dus niet geleidt. Bij een voldoende grote positieve spanning op de gate zal het elektrisch veld zoveel elektronen in het kanaal trekken (ofwel het kanaal zodanig ,,verrijken'') dat dit zal geleiden.

Fabricage van verrijkings-MESFET's is wegens het extreem ondiepe gate-kanaal veel moeilijker dan van verarmingstypen. De toleranties voor het positioneren van de gate zijn hier namelijk veel kleiner omdat de kanaalweerstand sterk toeneemt door elk stukje kanaal dat niet door de gate-elektrode is bedekt. Men lost dit probleem op door toepassing van zelfjusterende gate-elektroden en een omgekeerde doteringsvolgorde. Eerst wordt het kanaal geformeerd door een ondiepe n-implantatie over de gehele oppervlakte van de transistor. Vervolgens wordt de gate-elektrode aangebracht, die dan automatisch als kanaalafscherming dient bij de daarop volgende diepe n^+-implantatie voor de vorming van de sterk gedoteerde drain- en

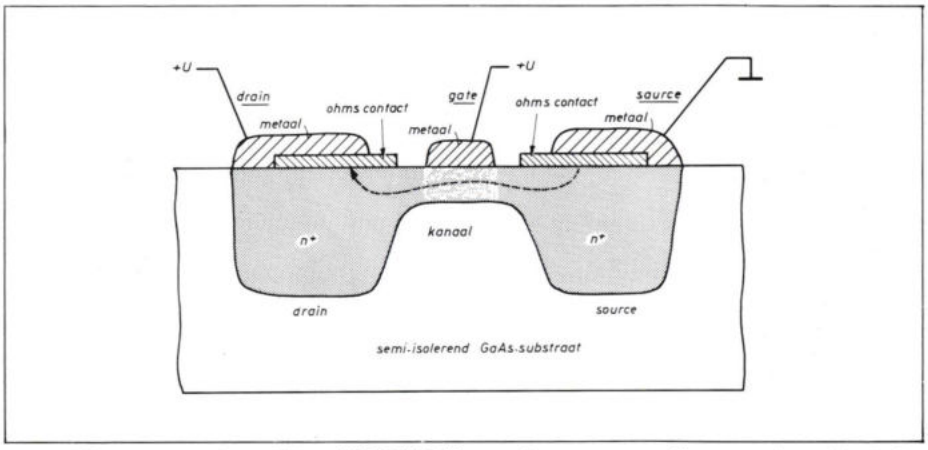
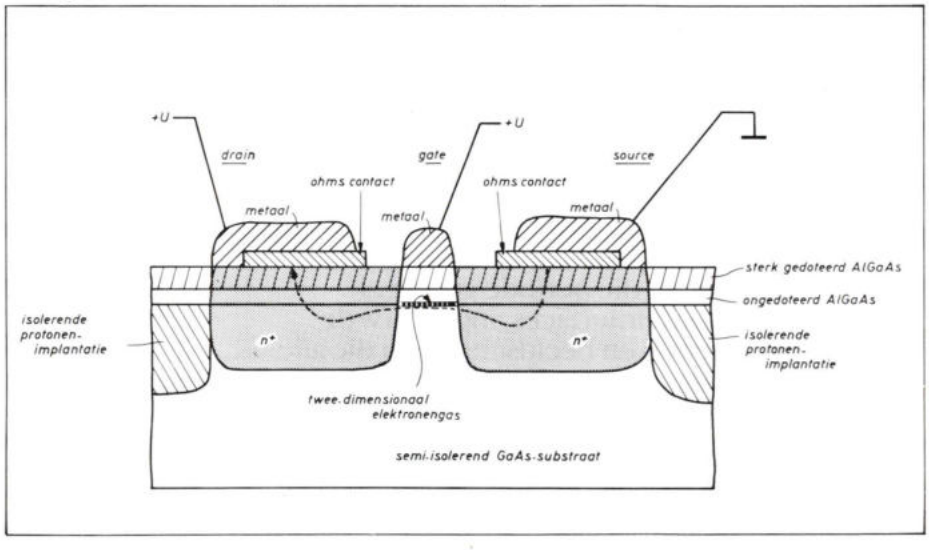


Fig. 13. Opbouw van de verrijkings-MESFET. Wegens het extreem ondiepe gate-kanaal is de fabricage van dit transistortype bijzonder moeilijk. Vooral problematisch is de plaatsingstolerantie van de gate, daar afwijkingen een grote invloed hebben op de kanaalweerstand in geleidende toestand. Men lost dit op door zogenoemde zelfjusterende gate-elektroden waardoor automatisch een volledige overlapping van gate-elektrode en kanaal wordt verkregen.

Fig. 14. Opbouw van de MODFET, bestemd als schakel-element voor GaAs-logica van de derde generatie. Het formeren van de uiterst dunne laagjes AlGaAs op een substraat van intrinsiek GaAs gebeurt met met behulp van molecuulbundelepitaxie.



Maak gecompliceerde metingen gemakkelijk...

...met een analyzer van Hewlett-Packard.

Op het gebied van elektronische instrumenten voor testen en meten heeft Hewlett-Packard meer dan 45 jaar ervaring. In die periode is er veel veranderd: Interfaces, ingebouwde intelligentie en beeldschermen die alle denkbare informatie over een signaal kunnen verschaffen.

Hewlett-Packard levert meer dan 3000 verschillende instrumenten voor meten en testen. Een belangrijk deel daarvan is voorzien van de HP-Interface Bus, die model stond voor de IEEE-488 standaard.

En wat de analyzers betreft... Er zijn logic analyzers, protocol analyzers, impedantie analyzers, spectrum analyzers, netwerk analyzers, signaal analyzers etc.

Maar er is meer: computers, rand-apparatuur, software, documentatie, service en training. Alles van Hewlett-Packard, uw garantie voor kwaliteit en betrouwbaarheid.

Voor meer informatie: 020-5476911.

HEWLETT PACKARD

Geen woorden, maar produktiviteit.

KLUWER TECHNISCHE TIJDSCHRIFTEN – TOONAANGEVEND OP VAKGEBIED

ADVERTEERDERS AGENDA VOOR DE ELEKTRONICA BRANCHE

Elektronica, vaktijdschrift voor de professionele elektronicus, presenteert in 1986 de volgende Specials en Themanummers:

Voor u	Nummer	Onderwerp	Sluitdatum advertenties	Verschijnings datum
AKTUEEL	nr. 5	FIAREX '86	**6 februari**	5 maart
	nr. 10	Automatisering. Reportages over een aantal automatiseringsprojekten. Projekten zijn uitgevoerd door prospects E, namen in overleg met verkoop.	**19 april**	21 mei
	nr. 13/14	CAD/CAM voor de elektronicus. (printontwerp/IC-ontwerp e.d.)	**6 juni**	20 augustus
	nr. 20	Printfabricage, materialen en technieken.	**18 september**	15 oktober

Is één, of zijn meer van deze onderwerpen het werkterrein van uw onderneming, bel dan nù met onze media-adviseurs.

Zij helpen u graag opvallend acte de présence te geven in deze aandachttrekkende edities, bijvoorbeeld veel nabestellingen, naast uw collega's/concurrent op dit gebied.

Bel met:
Henk Smienk 05700-91471
Menno Flameling 05700-91476

Elektronica is een tweewekelijkse uitgave van Kluwer Technische Tijdschriften, Postbus 23, 7400 GA Deventer.

source-putten. Op deze wijze onstaat vanzelf een volledige overlapping van gate-elektrode en kanaal.

Met dit transistortype is in combinatie met verarmings-MESFET's direct-gekoppelde FET-logica (DCFL) mogelijk (zie fig. 12c), wat een eenvoudigere poortconfiguratie en daarmee een betere pakkingsdichtheid oplevert. Bovendien is de dissipatie aanzienlijk kleiner dan bij UFL- en SDFL-logica.

MODFET'S

De MODFET *(modulation doped field effect transistor)* is bij Honeywell in ontwikkeling als fundament voor een derde generatie GaAs-logica. In principe komt dit transistormodel overeen met dat van de HEMT *(high electron mobility transistor)*. Componenten van dit in fig. 14 schematisch voorgestelde type kan men beschouwen als de voorlopers van complexere superroosters. Op een semi-isolerend zeer zuiver GaAs-substraat is door molecuulbundelepitaxie een uiterst dun laagje AlGaAs (met ongeveer 25% Al) aangebracht. Gedurende de eerste epitaxiefase laat men de laag tot een dikte van ca. 1 ... 10 nm zeer zuiver aangroeien. In de verdere epitaxiefase wordt aan het AlGaAs een sterke n^+-verontreiniging toegevoegd. Zo ontstaat een GaAs/AlGaAs/n^+-AlGaAs heterostructuur waarvan het bovenste laagje drie tot tien maal dikker is gegroeid (10 ... 30 nm) dan het ongedoteerde laagje. (Een dikte van 1 nm ligt in de grootte-orde van twee atoomdiameters.)
Op dezelfde wijze als bij de verrijkings-MESFET werkt de gate-elektrode tijdens formatie van de drain- en source-gebieden zelfjusterend. Een protonenimplantatie ter weerszijden van de transistor veroorzaakt een opzettelijke beschadiging van het kristalrooster, waardoor de weerstand zodanig toeneemt dat een isolerende zone ontstaat.

In de MESFET vindt het elektronentransport plaats in een zwak gedoteerd GaAs-kanaal. Botsingen met de verontreinigingsionen verminderen hier de driftsnelheid en daarmee de beweeglijkheid. Daardoor bereiken de elektronen niet de snelheid die mogelijk is in intrinsiek GaAs, dat echter veel te weinig vrije elektronen heeft om geleiding in stand te houden. HEMT's of MODFET's hebben geen kanaal in de klassieke betekenis. AlGaAs heeft een hogere bandafstand dan GaAs, zodat de vele geleidingselektronen in sterk gedoteerd AlGaAs een hogere energie hebben. Een spanning op de gate-elektrode veroorzaakt een elektrisch veld dat deze geleidingselektronen injecteert in het intrinsieke laagje AlGaAs vanwaaruit ze in de lagere energieniveaus van het ongedoteerde GaAs-substraat vallen. In het grensvlak tussen intrinsiek AlGaAs en GaAs-substraat onstaat dan een tweedimensionaal gas van vrije elektronen dat een ideaal geleidingskanaal vormt.

Aan vroegere experimentele MODFET's werd een poortvertraging van 17 ps gemeten. Verbeteringen bleken mogelijk door het uitgloeien van de door het implantatieproces onvermijdelijk ontstane beschadigingen in het kristalrooster. Conventioneel thermisch uitgloeien *(„annealing")* heeft hier echter het bezwaar dat daardoor verontreinigingsionen uit het AlGaAs definitief naar het GaAs-substraat verhuizen. Dit bezwaar kan men ondervangen door *„flash annealing"*, waarbij een zeer intensieve lichtbundel zo kortstondig op de halfgeleider wordt gericht dat de ionen op hun plaats blijven. Met dergelijke MODFET's bouwde Honeywell een experimentele 25-traps ringoscillator waaraan bij kamertemperatuur een poortvertraging van 11,6 ps werd gemeten. Koeling tot een temperatuur van 77 K verbeterde deze tijd zelfs tot 8,5 ps.

Ook de MODFET behoeft alleen een positieve voedingsspanning en leent zich voor de compacte poortconfiguraties van direct-gekoppelde FET-logica.

HIGFET'S

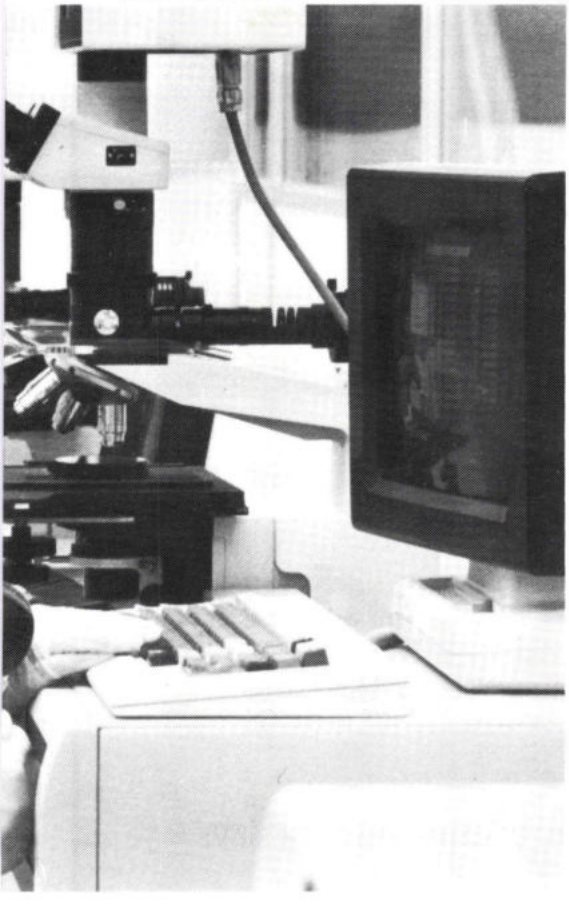
Een nieuw transistor-prototype werd door Honeywell ontwikkeld in samenwerking met prof. *Michael Shur* van de universiteit van Minnesota. Deze transistor wordt aangeduid als de HIGFET *(heterostructure gate insulated FET)* en borduurt voort op de MODFET. Uit de eerste mededelingen valt op te maken dat de HIGFET is opgebouwd uit een GaAs/AlGaAs heterostructuur waarbij het laagje intrinsiek AlGaAs als gate-isolator fungeert, zoals het oxydelaagje bij MOS-transistoren. Ook hier is het kanaal een tweedimensionaal elektronengas in de grenslaag tussen GaAs en AlGaAs. Het verschil met de MODFET bestaat erin dat de source- en drain-gebieden een p^+-dotering of een n^+-dotering kunnen krijgen. Zodoende zijn HIGFET's als p-type of als n-type fabriceerbaar en zijn hiermee complementaire schakelingen mogelijk. Met zulke CMOS-achtige configuraties kan de GaAs-technologie de pakkingsdichtheden van moderne CMOS-logica evenaren.
Voordat dit embryonale schakel-element volwassen is, moet nog veel ontwikkelingswerk gebeuren. Zo zijn er nog grote verschillen in transconductantie tussen experimentele p-kanaal- en n-kanaal-HIGFET's. Voor laatstgenoemde typen rapporteerde Honeywell een waarde van 385 S/m bij 77 K respectievelijk 218 S/m bij 300 K (kamertemperatuur). Aan p-kanaal-HIGFET's zijn bij genoemde temperaturen respectievelijk 59 S/m en 28 S/m gemeten. De „proefkonijnen" hadden een gatelengte van 1 μm. Voornaamste oorzaak van de lage transconductantie bij de p-transistoren is de contactweerstand, aldus Honeywell. Men verwacht nog drie tot vijf jaar nodig te hebben voordat de HIGFET-technologie produktierijp is voor commerciële toepassingen.

GaAs-BEHUIZINGEN UIT DE COMPUTER

In nog veel sterkere mate dan bij de huidige

zeer snelle silicium VLSI-schakelingen het geval is, spelen zeer hoge frequenties een rol bij het ontwikkelen van geschikte behuizingen voor GaAs-logica. Zulke schakelingen zullen doorgaans werken bij klokfrequenties boven 1 GHz en stijgtijden korter dan 200 ps hebben. Belangrijke elektrische eisen zijn derhalve:
- uiterst korte vertragingstijden;
- nauwkeurig beheerste karakteristieke impedanties van de verbindingen tussen GaAs-kristal en behuizingssubstraat;
- lage overspraak tussen de verbindingen.

Daarbij komen nog de eisen ten aanzien van de af te voeren warmte, betrouwbaarheid en stralingsbestendigheid. Substraatmaterialen moeten daarom een optimaal compromis zijn van diëlektrische, thermische en mechanische eigenschappen. Het warmteprobleem verschilt hier in zoverre met de silicium-technologie, dat GaAs enerzijds bestand is tegen hogere temperaturen maar dat een GaAs-substraat anderzijds een slechtere warmtegeleider is. Honeywell's onderzoekers verwachten veel van de verdere ontwikkeling van meerlaags dunnefilmsubstraten, opgebouwd uit afwisselende laagjes koper en polyimide. Deze materialencombinatie is zowel geschikt voor de behuizing van GaAs-IC's als voor „multi-chip"-substraten. Een experimentele koper/polyimide behuizing met 68 aansluitingen bleek tot boven 6 GHz goede resultaten te geven.



Visuele inspectie van kritische dimensies van GaAs-IC's met kleinste lithografische details van circa 1 μm (kanaallengten van de MESFET's) in Honeywell's GaAs-fabriek te Richardson (Texas).

Om genoemde elektrische ontwerpproblemen beheersbaar te maken, wordt bij Honeywell veel energie gestoken in de ontwikkeling van computerhulpmiddelen. Als harde resultaten daarvan beschikt men inmiddels over microgolf-netwerkmodellen voor berekening van microstrip- en striplijn-impedantie, voortplantingsconstante en koppeling. Afgerond is ook de ontwikkeling van netwerkmodellen voor berekening van besturings- en belastingsvermogens. Gebruikmakend van deze netwerkmodellen, kan men voorts de computer te hulp roepen voor tijddomein-berekeningen aan enkelvoudige en gekoppelde lijnen. Hiermee is bijvoorbeeld een nauwkeurige analyse mogelijk van de overspraak tussen twee verbindingssporen in een keramisch behuizingssubstraat.

Om verschillende typen hoogwaardige behuizingen voor GaAs-IC's efficiënt en met goed voorspelbare eigenschappen te kunnen ontwerpen, wordt gewerkt aan uitbreiding van de bestaande computerhulpmiddelen. Zo heeft Honeywell specifieke CAD-programmatuur in ontwikkeling. Ook staan uitgebreidere netwerkmodellen op stapel voor het rekenen aan complexere transmissielijn-geometrieën en de overspraak tussen meer dan twee lijnen. Met deze hulpmiddelen gewapend, denkt men het hoogfrequentgedrag van bestaande behuizingstypen (DIL-omhullingen, flatpacks, LCCC's e.d.) zodanig te kunnen verbeteren dat toepassing voor GaAs-IC's mogelijk wordt.

GaAs ALTERNATIEF VOOR SILICIUM?

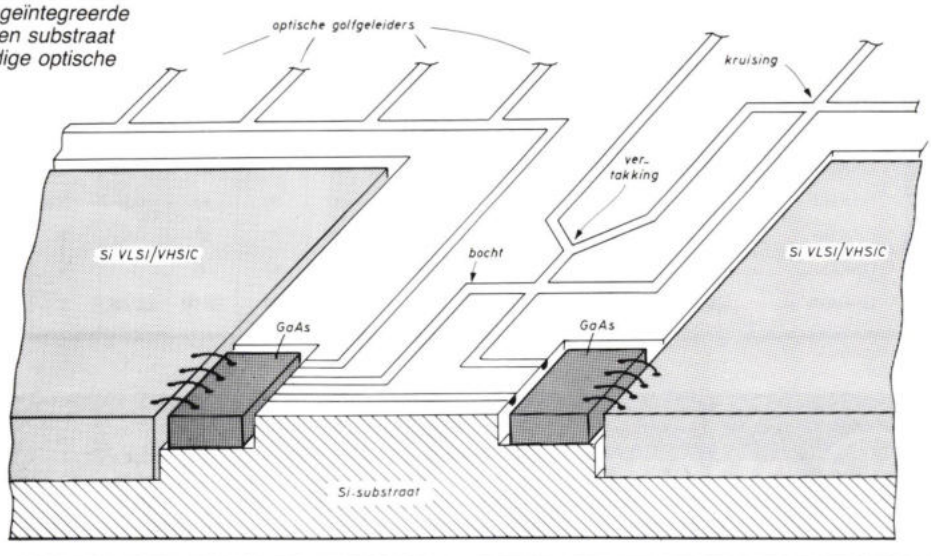
Voorgaand hebben we silicium en galliumarsenide eenvoudigheidshalve behandeld als twee afzonderlijke variaties op het thema „halfgeleiders". Beide gebieden hebben in de afgelopen jaren een grote evolutie doorgemaakt. Anders dan silicium, dat steunt op een grote industriële ervaring, staat galliumarsenide voor wat betreft de fabricage van IC's echter nog aan het begin van de lange leercurve. Zeker heeft de GaAs-technologie sterk kunnen profiteren van de nieuwe produktiemiddelen die mede de silicium-evolutie mogelijk maakten.

Of en in hoeverre GaAs ooit zal uitgroeien tot een geduchte concurrent van silicium, is op dit moment nog nauwelijks te becijferen.

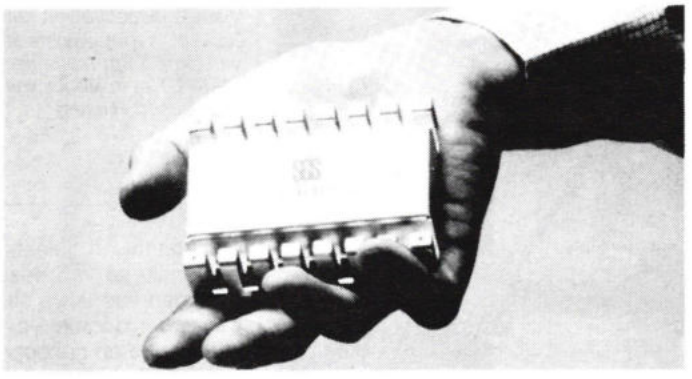
Sommige marktvoorspellers, bijvoorbeeld *Strategic Inc.*, zien in hun kristallen bol voor GaAs-IC's een markt opdoemen die in 1995 alleen al in de Verenigde Staten tot proporties tussen twee en vijf miljard dollar zou zijn aangegroeid. Daarmee zouden de V.S. 50% van de wereldmarkt absorberen. Japan zou tekenen voor 35% en Europa voor niet meer dan 15%. Honeywell vindt deze schatting overigens aan de erg optimistische kant en zet ook vraagtekens bij de aangegeven verdeling.

Welke cijfers in werkelijkheid ook uit de bus zullen rollen, de omzet in GaAs zal voorlopig hooguit in beperkte mate ten koste kunnen gaan van silicium. Momenteel kost de produktie van een 3-inch GaAs-wafer nog minstens het tachtigvoudige van een Si-wafer. Bovendien kunnen de produktie-opbrengsten zeker nog niet concurreren met een rijpe silicium-technologie. GaAs-IC's zullen daarom vooralsnog daar beginnen waar de praktische mogelijkheden van silicium ophouden. Bij produkten als (de)multiplexers, A/D-omzetters, gate-array's, RAM's en dergelijke, kunnen GaAs-schakelingen het ondanks een geringere complexiteit van silicium winnen op pure snelheid. Er zijn allerlei toepassingen denkbaar waarbij een paar van zulke GaAs-IC's de prestaties opvijzelen van systemen die voor het overgrote deel gebruik maken van siliciumschakelingen. Daarom is het realistisch om GaAs meer te beschouwen als

Fig. 15. Mogelijke oplossing voor bedradings- en verbindingsproblemen die de elektronica te wachten staan: multiplextechnieken en GaAs-schakelingen met monolithisch geïntegreerde diodelaser en/of fotodiode op een substraat met een stelsel zeer breedbandige optische golfgeleiders.



SGS Technology and Service



Kunt u uw Switch-mode regulator in de hand houden?

De GS-R400 is een complete familie bedrijfszekere, schakelende voedingsmodules met een groot uitgangsvermogen voor step-down applicaties.

Belangrijk zijn de specificaties, deze zijn zoals u ze zou ontwerpen, als u er de tijd voor had.

De GS-R400 is speciaal ontwikkeld voor industriële en professionele applicaties in on-board en gedecentraliseerde voedingssystemen.

Ongeacht de applicatie die u in gedachte heeft, de GS-R400 past.

Terwijl uw nieuwste systeem misschien nog op de tekentafel ligt is de GS-R400 nu al beschikbaar.

GS-R400 eigenschappen:

* hoge ingangsspanning (max. 48V)
* hoge uitgangsstroom (4A)
* hoog rendement (tot 90%)
* eenvoudige montage
* externe componenten overbodig
* reset uitgang
* soft start
* remote inhibit / enable
* kortsluitbeveiligd
* thermisch beveiligd
* overspanningsbeveiligd

GS-R400. The family.

TYPE	INPUT VOLTAGE V	OUTPUT VOLTAGE V	OUTPUT CURRENT A	CURRENT LIMIT A	AVG SHORT CIRCUIT CURRENT – A	SWITCHING FREQ. kHz	LINE REGULATION dB	LOAD REGULATION mV/A	TEMP. STABILITY mV/°C	INHIBIT VOLTAGE V	RESET OUTPUT	CROWBAR INTERVENTION V	MAX. CASE TEMP. °C	OUTPUT NOISE mV	EFFICIENCY
GS-R405	8-48	5	4	5	0,5	100	60	20	0,2	5	No	6	75	25	75
GS-R405S	8-48	5	4	5	0,5	100	60	20	0,2	5	Yes	6	75	25	75
GS-R412	15-48	12	4	5	0,5	100	60	40	0,5	5	No	15	75	30	85
GS-R415	18-48	15	4	5	0,5	100	60	60	0,6	5	No	18	75	40	90
GS-R424	27-48	24	4	5	0,5	100	60	90	1	5	No	29	75	50	90
GS-R400V	V_0+3-48	5-40 ADJUST.	4	5	0,5	100	60	20/90	0,2/1,6	5	No	1,2V_0	75	25/50	75/90

microtronica

Microtronica, Kaap de Goede Hooplaan 11, 3526 AR Utrecht, Tel. 030-880084
Microtronica, 2 Rue de l'Aeronef, 1140 Bruxelles, Tel. 02-2167061

een aanvullende dan als een concurrerende technologie.

Een onzekere factor is voorts de vraag in hoeverre de silicium-innovatie de commerciële doorbraak van GaAs kan vertragen. Technologieën zoals UHF/bipolair (elders in dit nummer uitvoerig beschreven) zullen de eerste tijd beslist veel duurder uitvallen dan minder hoogfrequente silicium-varianten. Op basis van prijs en prestaties kunnen dit serieuze alternatieven voor de eerste GaAs-generaties zijn. Ten gunste van GaAs spreekt overigens dat het eigenlijke halfgeleiderkristal maar een deel van de kostprijs van een eindprodukt bepaalt. Voor de geavanceerde toepassingen die een kostenvergelijking tussen GaAs en silicium zinvol maken, geldt dat de optelsom van ontwerpen, omhullen en beproeven een overheersende factor is.

SMELTKROES VAN TECHNOLOGIEËN

Zoals zojuist is opgemerkt, zal het succes van GaAs-IC's in hoge mate afhangen van toepassingen waarbij de de praktische mogelijkheden van silicium zijn uitgeput. Nu kan men met galliumarsenide dingen doen die met silicium niet kunnen. Eén daarvan is het opwekken van het lasereffect. Juist de ontdekking van dit fenomeen *(R. N. Hall, 1962)* was het begin van een grote belangstelling voor galliumarsenide. In tegenstelling tot de GaAs-IC's, is het vervaardigen van GaAs-lasers momenteel een volwassen industriële activiteit. Sterke stimulansen ondervond de GaAs-laser daarbij van de opkomst van de glasvezel als telecommunicatiemedium, wat mede heeft geleid tot de nog jonge discipline van de geïntegreerde optica.

Ter afsluiting beschrijven we een futuristisch lijkende mogelijkheid om uit deze ingrediënten een integrale oplossing te brouwen voor een paar fundamentele problemen die de elektronica de komende jaren te wachten staan:

- *Het pennenprobleem.* Volledige uitbuiting van het potentieel van de op handen zijnde submicrometer-technologie dreigt te stranden op de onoplosbaarheid van het aantal per IC te realiseren aansluitingen. Schakelingen met meer dan 1000 pennen zijn namelijk denkbaar, hanteerbare behuizingen echter nauwelijks.
- *Het bedradingsprobleem.* Zou het toch lukken voor zulke duizendpoten omhullingen te ontwikkelen, dan zal het onderling verbinden om substraten vragen met een ongekende bedradingsdichtheid. Verbinding van een aantal subsystemen die elk dergelijke complexe IC's bevatten, zal aan het bedradingsprobleem nog een dimensie toevoegen. Bij de volgende generatie supercomputers kan dit betekenen dat de door submicrometer-silicium (of GaAs) bereikte snelheidswinst verloren gaat in dikke bundels coaxiale kabels.

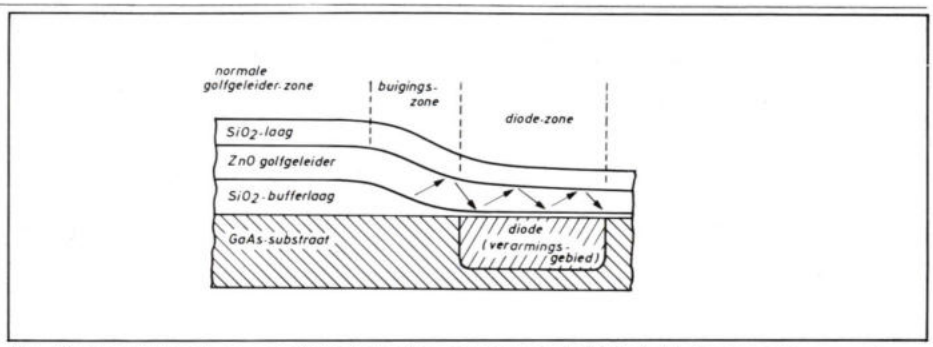
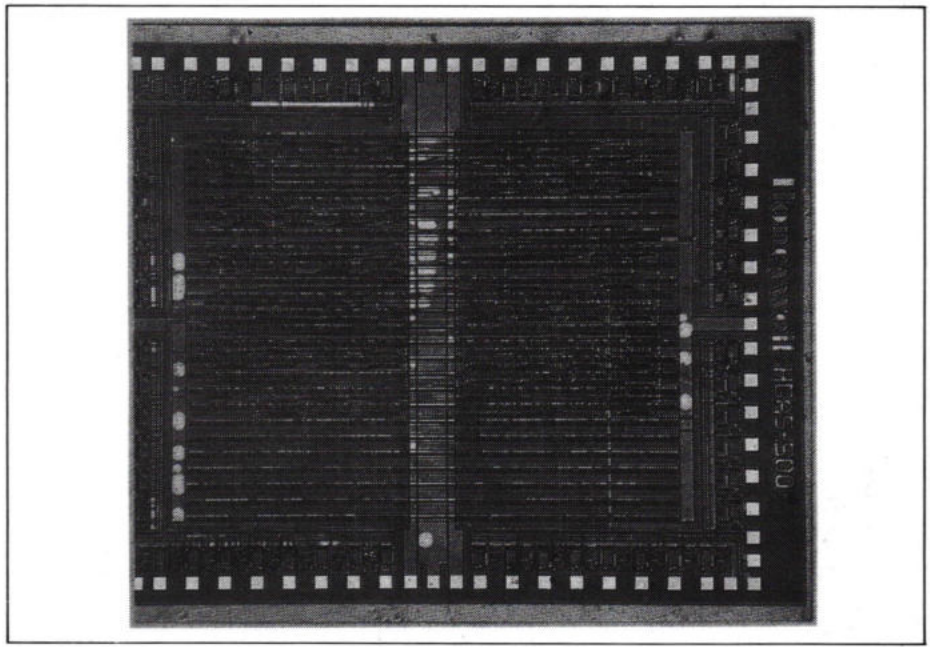


Fig. 16. Mogelijkheid voor parallelle koppeling van een aantal fotodiode-ingangen in een substraat met optische golfgeleiders.

Binnen de muren van Honeywell's Physical Sciences Center werkt de afdeling *Integrated Optoelectronics* al geruime tijd aan configuraties als in fig. 15. Deze figuur staat model voor een siliciumsubstraat dat als drager dient voor complexe VLSI/VHSIC-schakelingen. Het aantal aansluitingen is hier drastisch gereduceerd door in de IC's geïntegreerde multiplexschakelingen. Ingangen en uitgangen zijn gekoppeld met (de)multiplexers van een hogere hiërarchie (in de figuur is er eenvoudigheidshalve per IC slechts één weergegeven). Deze laatste zijn gezien de vereiste hoge werkfrequentie uitgevoerd in galliumarsenide en kunnen daarom ook een geïntegreerde diodelaser en/of fotodiode bevatten. Voor alle signaalverbindingen met andere IC's op het substraat komt de geïntegreerde optica te hulp. Het substraat is namelijk voorzien van een stelsel zeer breedbandige optische golfgeleiders, waar nodig met kruisingen, bochten en vertakkingen. Fig. 16 toont een door Honeywell-ingenieurs voorgestelde methode voor parallelle koppeling van een aantal fotodiode-ingangen. Voor het verbinden met gelijksoortige subsystemen kan de glasvezel de rol van koper overnemen.

Toekomstmuziek? Nog wel. Feit is dat de eerste laboratoriumresultaten er zijn. In *ELEKTRONICA 84/22* (p. 65) vermeldden we al een werkend prototype van een bij Honeywell gebouwde vierkanaals GaAs-multiplexer met geïntegreerde laser. In de loop van 1986 denkt men er ook een reproduceerbare oplossing voor de koppeling van glasvezel en laser/multiplexer-IC gereed te hebben. En hardop denkt men al aan toepassingen in configureerbare computersystemen. Een centrale optische schakelmatrix kan hier de gebruikelijke elektronische tegenhangers vervangen. In plaats van via dikke bundels coaxkabel kan de hele systeemcommunicatie dan verlopen over slechts enkele glasvezels. □



Bronnen:

[1] *„VHSIC proposals take six fast tracks"*, Electronics Int., Vol. 54, nr. 19/1981.

[2] *„Packaging VLSI*, Electronics Vol. 54, nr. 26/1981.

[3] *„VHSIC-insertion program begins to pay dividends"*, Electronics Week, 17 dec. 1984.

[4] *„How DoD's VHSIC is spreading"*, Electronics Week, 16 dec. 1985.

[5] T. C. Lee, S. Jamison: *„Gallium Arsenide in Digital Electronics"*, Scientific Honeyweller, Vol. 6, nr. 1, p. 1 ... 15, april 1985.

[6] J. C. Meijer: *„Galliumarsenide in beweging"*, Elektronica 84/22, p. 56 ... 69.

[7] Diverse lezingen en vraaggesprekken tijdens persconferenties bij Honeywell's *Physical Sciences Center* (Bloomington, Minnesota) en *GaAs-IC Product Center* (Richardson, Texas), juni 1985.

VINDT U OOK DAT UW OSCILLOSCOOP SOMS TE KORT SCHIET BIJ DIGITALE MEETPROBLEMEN?

Een logic analyzer kan die problemen vaak wel aan en verhoogt daardoor uw produktiviteit. Tektronix organiseert daarom een aantal **workshops over logic analyzers.**
Tijdens deze workshops nemen we de technische termen met u door en laten u zien hoe een logic analyzer ingezet kan worden om ontwerp- en testproblemen sneller op te lossen.

Elke workshop duurt één dag en omvat:

1. Een beknopt theoretisch gedeelte.
2. Een uitgebreid praktisch gedeelte; u werkt zelf met de logic analyzer in onze leslokalen.
3. Een verklaring van de termen.
   Dit maakt het mogelijk specificaties van logic analyzers te begrijpen, zodat u zelf bepaalt welke logic analyzer de juiste is om uw problemen op te lossen.

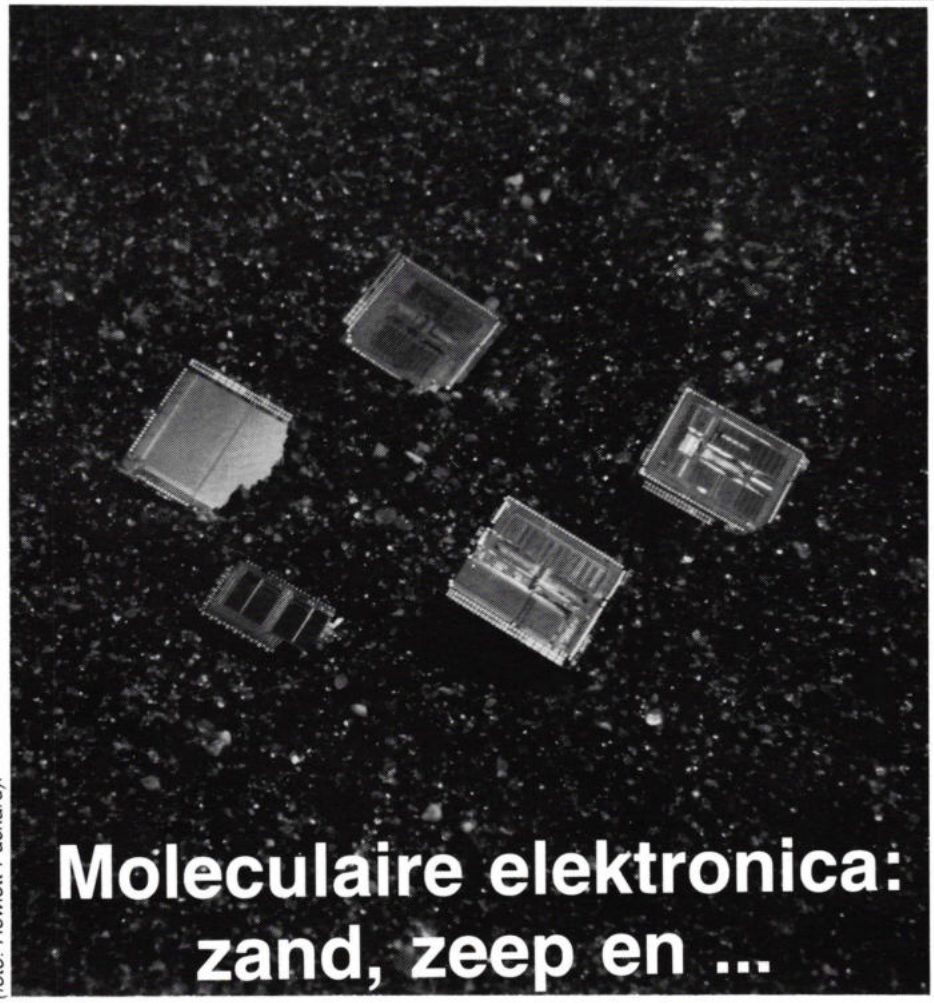
Onze workshop is geen **„verkooppraatje".** Het is de bedoeling u de concepten van logic analyzers uit te leggen zodat u deze kunt toepassen in de praktijk.

De workshop is een basistraining voor degenen die nog niets of slechts weinig over logic analyzers weten. Maar ook voor gebruikers van logic analyzers die hun kennis-niveau willen verhogen of praktische ervaring willen opvoeren.

De workshop wordt in het Nederlands gegeven. De kosten bedragen fl. 250,– per persoon per workshop (inclusief lunch).
Er zijn een aantal workshops gepland voor de week van 10 tot 14 februari en 24 tot 27 maart 1986. De workshops vinden plaats bij Tektronix Holland N.V. in Hoofddorp.

Voor aanmelding of meer inlichtingen kunt u contact opnemen met
TEKTRONIX HOLLAND N.V.
tel.: 02503 – 13300
Postbus 226, 2130 AE Hoofddorp

Tektronix®
COMMITTED TO EXCELLENCE



(foto: Hewlett-Packard).

Moleculaire elektronica: zand, zeep en ...

Veel toepassingen voor Langmuir-Blodgett-films

De relatie tussen zand, silicium en halfgeleiders mag langzamerhand bij iedere elektronicus bekend worden verondersteld. Het verband tussen zeep en micro-elektronica zal echter nog niet iedereen weten te leggen. Toch geloven veel onderzoekers dat bepaalde fascinerende produkten in de volgende generatie halfgeleiders uiterst dunne lagen zullen bevatten die sterke gelijkenis vertonen met zeepfilms. Er zijn moleculaire technieken ontwikkeld om dergelijke laagjes aan te brengen op FET's, waardoor deze transistoren bijvoorbeeld ionenconcentraties kunnen meten. Er zijn zelfs al plannen voor componenten die enzymreacties of de immunologische responsie in levende wezens kunnen meten. Daarnaast zijn er voor dunne organische films nog bijzonder veel andere potentiële toepassingen in de elektronica. Ze kunnen uitstekend worden gebruikt in combinatie met elektronenbundellithografie bij de produktie van complexe VLSI-chips. Andere toepassingen omvatten het gebruik in bijvoorbeeld gasdetectoren of geïntegreerde optische componenten.

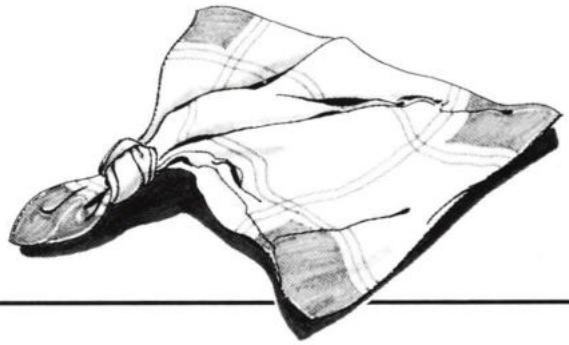
De term 'moleculaire elektronica' raakt steeds meer ingevoerd als omschrijving voor het gebruik van moleculaire materialen bij de produktie van nieuwe of verbeterde elektronische componenten. De term omvat een zeer brede scala aan potentiële toepassingen, waaronder pyro-elektrische en piëzo-elektrische materialen voor detectoren, polymere fotogeleiders, vloeistofkristalgeheugens en -schakelaars. Een ander mogelijk toepassingsgebied is de immobilisatie van biologisch belangrijke moleculen op halfgeleidersubstraten voor het bekijken van hun responsie op specifieke receptormoleculen.

Hoewel andere halfgeleidermaterialen momenteel volop in de belangstelling staan, werkt de moderne IC-industrie nog bijna uitsluitend met silicium componenten. Redenen daarvoor zijn dat silicium een geschikte bandafstand heeft en eenvoudig kan worden geproduceerd in de vereiste kristalvorm, Een andere belangrijke reden is dat een extreem dunne siliciumdioxydelaag snel kan worden gevormd op het oppervlak van het silicium. Het siliciumdioxyde heeft uitstekende elektrische isolatie-eigenschappen en dient als passivatie-laag voor het silicium, terwijl het de halfgeleider beschermt tegen vervuiling en ongewenste lekverschijnselen via het oppervlak.
Bij andere halfgeleidermaterialen is zo'n elektrisch isolerend oxyde niet mogelijk, maar op diverse universiteiten wordt onderzocht of men uiterst dunne isolerende films van organisch materiaal kan aanbrengen op deze halfgeleidermaterialen. Zo meldde onlangs de *Case Western Reserve University* in Cleveland (VS) dat men een FET met een organische film had gemaakt: de MLSFET (Metal Langmuir Semiconductor FET). Het Polymer Microdevice Laboratory van de universiteit integreert al 400 van dergelijke transistoren op een 2-inch wafer en het hoofd van het laboratorium, Scott E. Rickert, zei dat ze dezelfde elektrische karakteristieken vertoonden als conventionele FET's.

Een van de meest geavanceerde en belangrijkste terreinen voor de moleculaire elektronica in de nabije toekomst is het gebruik van uiterst dunne films, die worden neergeslagen volgens de *Langmuir-Blodgett-methode.* Zulke films bestaan uit een of meer molecuullagen en zijn slechts enkele nanometer dik.

Dergelijke zeer dunne films zijn al heel lang bekend. In 1773 zag *Benjamin Franklin* hoe slechts een theelepel olie het turbulente oppervlak van een grote vijver op een winderige dag kon kalmeren: het olielaagje maakte het oppervlak spiegelglad. *Lord Rayleigh* opperde in 1889 dat de oliefilm slechts een molecuul dik was en dat kon worden berekend dat een dergelijke hoeveelheid olie voldoende was om een film te vormen over de gehele oppervlakte van de vijver, met een dikte van slechts enkele nanometer.
De films werden bekend als Langmuir-Blodgett-films, nadat *Irving Langmuir* en *Katharine Blodgett* – medewerkers van het researchlaboratorium van General Electric Company in Schenectady (VS) – in de jaren '30 een methode ontwikkelden om een drijvende monomoleculaire laag over te brengen op het oppervlak van een vast lichaam.
Hoewel er gedurende enige tijd intensief wetenschappelijk onderzoek werd verricht naar de eigenschappen van dergelijke films, leek het dat er maar weinig praktische toepassingen zouden worden gevonden. De onderzoeksinspanningen vermin- ▷

THEMANUMMER



DE OSCILLOSCOOP OM TE ONTHOUDEN

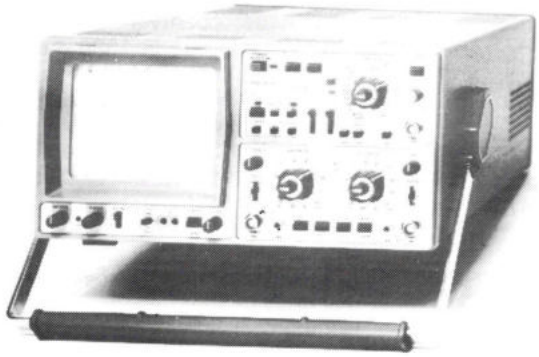
De Hameg 208 is 'n 2-kanaals digitale geheugenoscilloscoop die zich onderscheidt door z'n samplesnelheid: 20 MHz voor 1 kanaal.

Het ruime geheugen – 4096x8 bit – is verdeeld over 2 kanalen. Ook beschikt hij over een komfortabel lage prijs; gemiddeld zo'n 20% voordeliger dan z'n kollega's.

IEEE

Optioneel:

Met één telefoontje zenden wij u direkt uitgebreide dokumentatie en een offerte.



AIR PARTS ELECTRONICS

Postbus 255, 2400 AG **Alphen a/d Rijn,** Tel. 01720-43221*
Av. Huart Hamoir 1, B19, **Brussel** 1030, Tel. 02-2416460

DE TOEKOMST IN ELEKTRONICA

5418

RODELCO VEELZIJDIG GESPECIALISEERD IN HALFGELEIDERS

National Semiconductor

- Linear integrated circuits
- Hybrids integrated circuits
- Interface integrated circuits
- Logic: LS, S, ALS, AS, Cmos
- Memories, PAL's
- Microprocessors, microcontrollers
- Cmos industrial computers
- Development systems

LSI LOGIC

- Gate arrays
- Compacted gate arrays
- Structured arrays
- Design software

FAIRCHILD

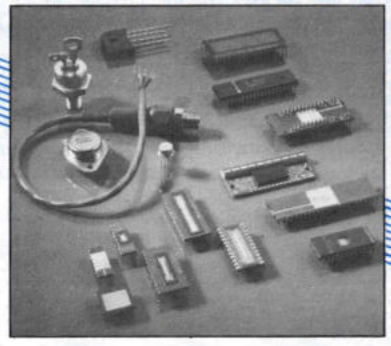
- Power rectifiers/mosfets
- Linear integrated circuits
- Interface integrated circuits
- Logic: Fast, Fact, ECL
- Microprocessors
- Charge coupled devices
- Memories

GENERAL INSTRUMENT

- Diodes
- Bridge rectifiers
- Mosfets
- Transient voltage suppressors

SenSym

- Pressure transducers



RODELCO electronics

Takkebijsters 2 – Postbus 6824 4802 HV Breda
doorkiesnr. 076-784882 centrale: 076-784911
telex: 54195 – telefax: 076-710029

derden, totdat enkele jaren geleden werd gesteld dat Langmuir-Blodgett-films een essentiële rol zouden kunnen gaan spelen in de halfgeleidertechnologie.

STUDIEBIJEENKOMST

In Groot-Brittannië organiseerde de *Molecular Electronics Discussion Group* van de *Science and Engineering Council (SERC)* een Langmuir-Blodgett-studiebijeenkomst om de huidige stand van het onderzoek te inventariseren. Verder wilde men vaststellen waarop het onderzoek zich in de toekomst zou moeten richten en op welke manier dit onderzoek het best ten bate van de Engelse industrie zou kunnen worden gebruikt. Van de bijeenkomst is een verslag in twee delen verschenen [1] waarin de films en hun potentiële toepassingen worden beschreven en waarin een overzicht wordt gegeven van het onderzoek dat op dit gebied is uitgevoerd in het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Duitsland, de Verenigde Staten en Japan.
Het SERC-rapport geeft aan dat vooral het onderzoek in Frankrijk en Engeland heeft geleid tot intensief werk met de Langmuir-Blodgett-techniek in academische en industriële laboratoria. Engeland spant de kroon met het aantal onderzoek- en ontwikkelprogramma's – niet alleen in Europa maar waarschijnlijk zelfs wereldwijd.
Het grootste deel van het huidige werk is geconcentreerd op concepten voor materialen, systemen en componenten voor de elektronica. De verwachting is, dat componenten met Langmuir-Blodgett-films in de komende jaren een belangrijke rol zullen gaan spelen bij de produktie van kleine series bepaalde hoogwaardige halfgeleiders. Het Langmuir-Blodgett-werk is echter in wezen multidisciplinair en de toepassingen zijn nog in het onderzoekstadium.

METHODE

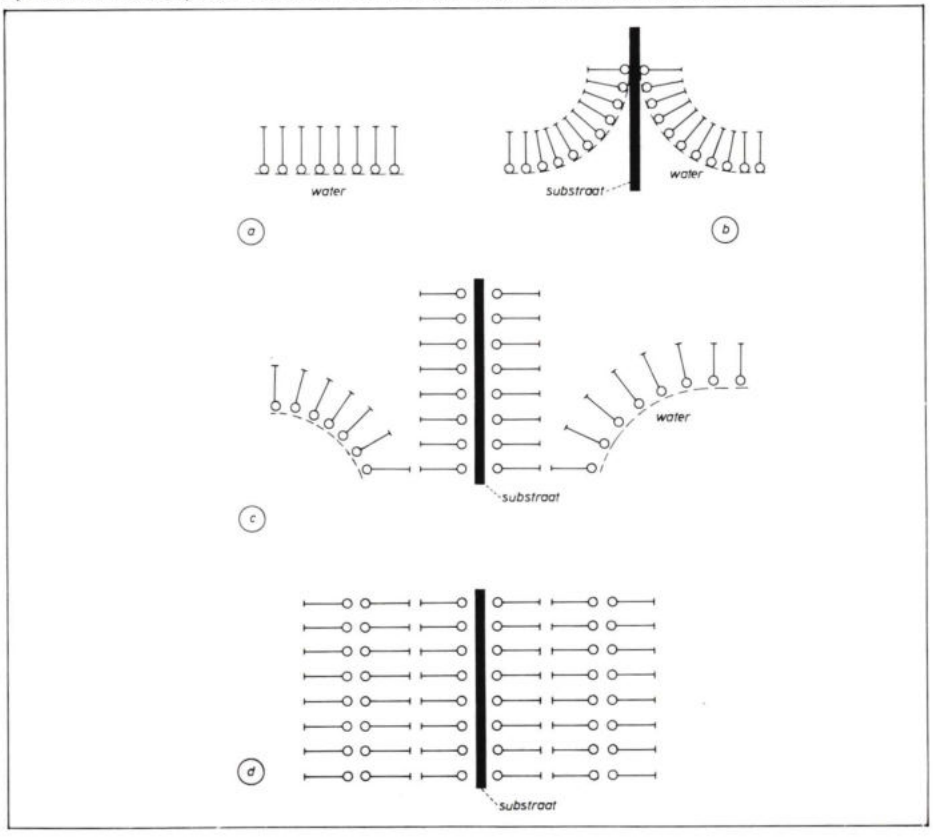
Om dunne films volgens de Langmuir-Blodgett-techniek neer te slaan worden enkele druppels van een verdunde oplossing van het filmmateriaal in vluchtig oplosmiddel aangebracht op het oppervlak van een vloeistof, gewoonlijk water. Vervolgens wacht men tot het oplosmiddel is verdampt. Een kant van de moleculen van het filmmateriaal moet polair zijn, zodat deze wordt aangetrokken door water (hydrofiel), terwijl de andere kant waterafstotend (hydrofoob) is. Zepen met hun 16 CH_2-verbindingen in de moleculaire keten, zoals natriumstearaat, zijn de bekendste voorbeelden van dergelijke moleculen. Deze moleculen staan in een enkele laag verticaal op het wateroppervlak (fig. 1) met de waterafstotende einden recht omhoog gericht. Het vat dat het water bevat is bekend als de Langmuir-bak.

Een verplaatsbare begrenzingsschuif, die gewoonlijk is voorzien van een een laag PTFE (teflon), kan worden gebruikt om de film te begrenzen en op het wateroppervlak samen te drukken. De relatie tussen de oppervlaktespanning en het gebied dat wordt ingenomen door een molecuul op het oppervlak geeft een indicatie van de mate waarin de moleculen zijn gericht tot een compacte drijvende massa, samengekoppeld door de Van der Waals-krachten.
Als een oppervlak (zoals bijv. een laagje glas op halfgeleidermateriaal) door de film heen uit het water wordt omhooggehaald, met een snelheid van ongeveer 1 mm per minuut, zal een deel van de zeer geordende film op het water worden overgebracht op het oppervlak van het materiaal, waar het een uniforme film vormt met een dikte van slechts een moleculaag. Als het materiaal opnieuw wordt ondergedompeld onder het wateroppervlak zal er een tweede film neerslaan. Meer monomoleculaire lagen kunnen worden opgebouwd door het substraatmateriaal diverse malen door de film te halen en weer onder te dompelen, totdat het gewenste aantal lagen is gevormd, zoals getoond in fig. 1.
Om een goede uniforme film te verkrijgen moet de oppervlaktespanning van de film op het wateroppervlak constant worden gehouden met behulp van een terugkoppelsysteem. Een zogenoemde *Wilhelmy-plaat,* die bestaat uit een strook filtreerpapier (of ander materiaal dat met water een contacthoek vormt van 0°) wordt gedeeltelijk ondergedompeld in het water, waarbij de bovenkant van de strook is vastgemaakt aan een microbalans, om de oppervlaktespanning te meten.
Als tijdens het neerslaan moleculen verdwijnen van het wateroppervlak, detecteert de microbalans door de afname van de concentratie van moleculen een verandering in de verticale kracht op de Wilhelmy-plaat. Het versterkte signaal van de microbalans wordt gebruikt om de schuif op het oppervlak met behulp van een servosysteem te bewegen, zodat deze de film samendrukt, waardoor de de oppervlaktespanning constant blijft.
Met andere woorden, de moleculaire pakkingsdichtheid in de oppervlaktefilm is constant, zodat de ruimte tussen de moleculen in de neergeslagen film ook constant wordt gehouden. Voor de gewenste elektrische eigenschappen is het essentieel dat zo'n uniforme film wordt gebruikt .
Het succes van het hele depositieproces is daarmee dus afhankelijk van het kleine stukje filtreerpapier van ongeveer 5 mm breed en enkele cm lang.

Voor de Langmuir-Blodgett-methode zijn uiterst zuivere chemicaliën nodig en er moet worden gewerkt in een zeer schone omgeving. De 'clean room' in een halfgeleiderfabriek is hiervoor buitengewoon geschikt. De eerste films zijn meestal toch vuil, ten gevolge van invang-effecten op het oppervlak. Een schone film op het oppervlak van de bak kan een veel hogere oppervlaktespanning weerstaan voordat hij uiteenvalt dan een vuile film. Kenmerkende oppervlaktespanningen die geschikt zijn bij het neerslaan van films liggen rond 40...70 mNm^{-1}.

Bij de Langmuir-Blodgett-methode wordt meestal gebruik gemaakt van zeep-achtige moleculen, zoals cadmiumstearaat. Dit

Fig. 1. Het neerslaan van een Langmuir-Blodgett-film. a. monolaag op het wateroppervlak. b. De eerste laag wordt gevormd op een substraat dat door de film heen wordt omhooggehaald. c. Na opnieuw onderdompelen vormt zich een tweede laag. b. Substraat met drie monolagen.

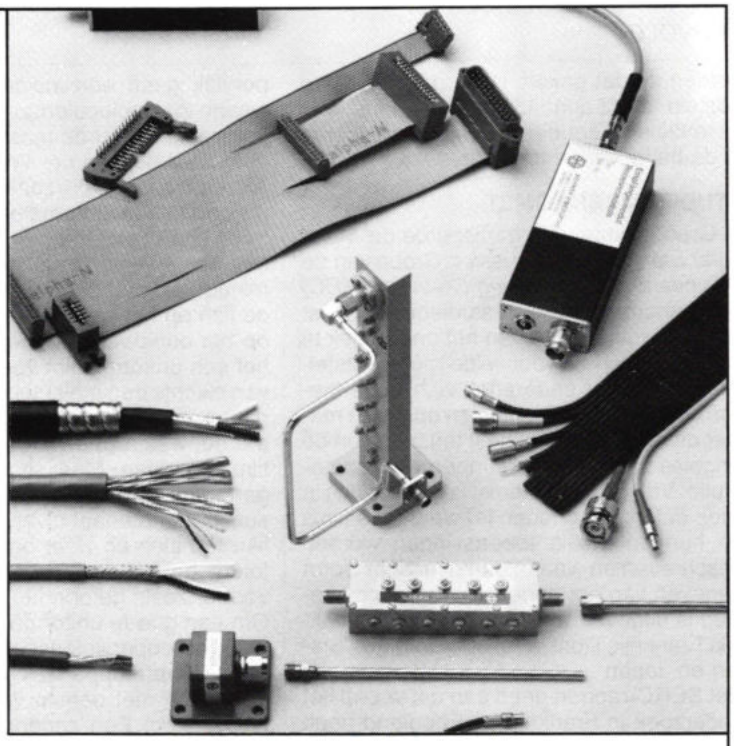


Uw verbinding met Simac electronics

De componenten afdeling van Simac electronics vertegenwoordigt twee fabrikaten die beide oplossingen bieden voor uw verbindingsproblemen.

Alpha Wire maakt een uitgebreide reeks data en andere kabels, welke produkten in een zeer overzichtelijk boekwerk zijn samengevat. Ook mil-spec, UL, CSA kabels en tubing zijn leverbaar. De X-tra guard reeks is speciaal voor industriële omgeving geschikt.

Huber + Suhner heeft een groot programma coaxiale kabels en connectoren voor gebruik van DC tot 26,5 GHz. Hiertoe behoren ook mil-spec RG-kabels en connectoren als BNC, SMA, N en een aantal miniatuurtypen. Ook fiber optic kabel en modules zijn leverbaar. Als voorbeeld: een kant en klare RS-232 C verbinding.



simac electronics

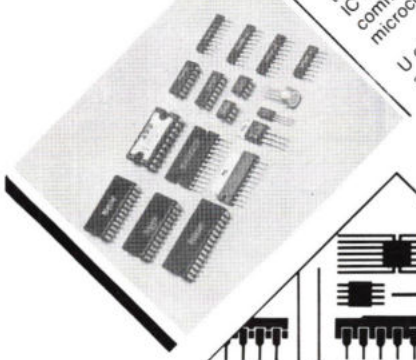
Veenstraat 20 5503 HR Veldhoven 040-582911

ITT

Geheel tot Uw dienst voor halfgeleiders

ITT beschikt over een uitgelezen programma halfgeleiders voor de meest uiteenlopende toepassingen zoals silicon diodes, rectifiers, zener diodes, germanium diodes, SMD-devices (diodes en transistors) en VMOS transistors, IC's voor TV-, radio-, telecommunicatie en 4 bit-one chip microcomputers.

U ontwerpt betrouwbare apparatuur, kies daarom voor betrouwbare komponenten.



ITT Semiconductors

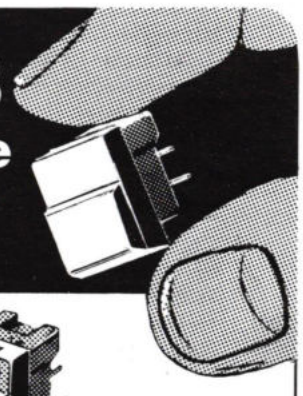
Postbus 345 2700 AH Zoetermeer Philipsstraat 27 2722 NA Zoetermeer Telefoon 079-41 02 24 / 41 01 41 Telex 32360

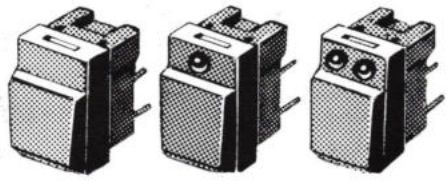
HALFGELEIDERS

ITT MIDIcomponents

Postbus 345
2700 AH Zoetermeer
Telefoon 079 - 410224

SERIE 98
. . . 'n juweeltje op de printplaat





Juwelen hebben een eigen merkteken om de kwaliteit te waarborgen. Vraag daarom naar EAO printschakelaars, die garant staan voor: **kwaliteit**, **betrouwbaarheid** en een **briljante vormgeving**.

De EAO-Printschakelaar, serie 98, gaat een levenlang mee (10^6 schakelingen), is waterdicht (i.v.m. reiniging na het soldeerbad) en heeft een perfekte styling.
De printschakelaar bepaalt niet alleen het frontaanzicht, maar is mede bepalend voor de kwalitiiteit van Uw produkt.
Daarom heeft de serie 98 vergulde kontakten en zijn 98 verschillende lensuitvoeringen met of zonder LED-Verlichting mogelijk.
Vraag uitgebreide dokumentatie.

Serie 98, een sieraad voor de printplaat.

FIGROEN B.V. P.b. 544 - 3300 AM Dordrecht
Tel. 078 - 177511 - Telex 20156

materiaal blijkt goede elektrische isolatie-eigenschappen te hebben bij normale temperatuur. Het smeltpunt licht echter relatief laag. Enkele onderzoekers maken daarom gebruik van de langere diacetyleen-molecuulketens met een carboxylzuur-groep aan het einde. Deze moleculen vormen een goede monolaag, die kan worden gepolymeriseerd door blootstelling aan UV-licht. Het polymerisatieproces vernield de perfecte filmstructuur niet, maar er ontstaat een materiaal dat nog kan worden toegepast bij temperaturen boven 200°C. Met ftalocyaninefilms zijn nog hogere temperaturen haalbaar.

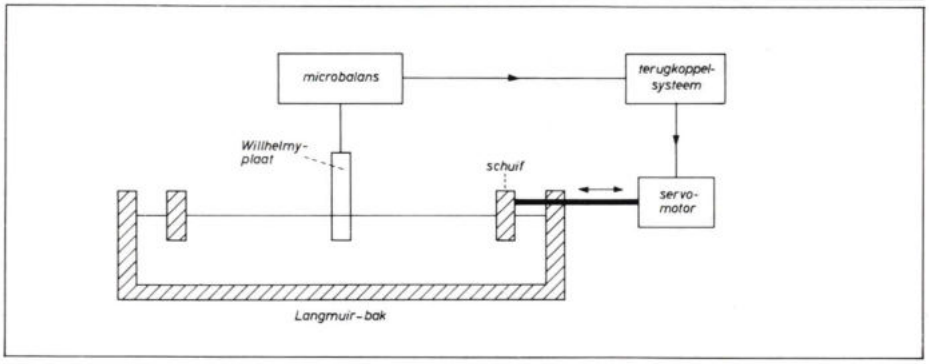


Fig. 2. Langmuir-Blodgett-systeem met terugkoppeling.

INSTRUMENTEN VERKRIJGBAAR

Diverse typen geheel gesloten automatische instrumenten voor het neerslaan van Langmuir-Blodgett-films zijn commercieel verkrijgbaar. Rechthoekige bakken, die zijn ontworpen op de Durham University, worden verkocht door *Joyce-Loebl* (een onderdeel van het Vickers-concern) in Gateshead (GB). Deze leverancier biedt een systeem aan met microcomputerbesturing en ook een eenvoudige versie voor opleidingsdoeleinden.

Nima Technology in het Science Park van de Universiteit van Warwick in Coventry levert ronde bakken met een diameter van 40 cm, een hoogte van 30 cm en een werkoppervlakte van 5 tot 400 cm^2.

De Wilhelmy-plaat bij deze bak is gekoppeld aan een lineaire verplaatsingstransducent met een onnauwkeurigheid van slechts 100 nm. De uitgangsspanning van deze transducent wordt toegevoerd aan een speciaal voor dit doel ontwikkeld microcomputersysteem. Dit systeem bestuurt de roterende teflon schuif in de ronde bak, zodanig dat de oppervlaktespanning constant wordt gehouden tot op $\pm 0{,}5$ mNm^{-1}, over een bereik van 0...100 mNm^{-1}. Een thermistor levert een signaal aan de microcomputer, die op zijn beurt bewerkstelligt dat de 6 dm^3 water die circuleert in een verwarmingssysteem op constante temperatuur wordt gehouden, met een onnauwkeurigheid van $\pm 0{,}5$°C. Ook de pH-waarde wordt gecontroleerd, maar het signaal van de pH-detector wordt niet gebruikt voor een automatische systeemcorrectie. De computer van Nima Technology is gekoppeld met een disk drive, een monochroom beeldscherm en een matrixprinter. Als eenmaal een procedure is opgesteld voor het prepareren van een bepaald type film, kan deze worden opgeslagen in het geheugen. Bij een volgende gelegenheid kan volgens Nima de film dan worden geproduceerd binnen dertig minuten na het inschakelen van de apparatuur.

TOEPASSING: LITHOGRAFIE

Fabrikanten van 'normale' halfgeleiders maken gebruik van lichtbundels in hun lithografische processen, om het beeld van het gewenste chippatroon te projecteren op de fotogevoelige laag die is opgebracht op het waferoppervlak. Door de relatief lange golflengte van licht is de resolutie bij dit proces begrensd.

Daar de vraag om VLSI-processen voor steeds kleinere IC-patronen voortdurend toeneemt, wordt het gebruik van elektronenbundels voor het schrijven van complexe structuren steeds attractiever. De resolutie die men kan behalen met elektronenbundel-lithografiesystemen wordt begrensd door de verstrooiing van elektronen in de gevoelige laklaag op de wafer. Hoewel de verstrooiing kan worden verminderd – en daarmee de resolutie verhoogd – door dunnere gevoelige lagen te gebruiken, is het met conventionele technieken niet mogelijk lagen te maken die dunner zijn dan ongeveer 500 nm.

Langmuir-Blodgett-films kunnen echter ook worden gebruikt als gevoelige laag voor elektronenbundellithografie. Zo is in experimenten bijvoorbeeld al een beeldresolutie bereikt van 60 nm met een film van 45 nm dik.

De films zijn ook geschikt voor ultravioletlithografie, die een betere resolutie kan opleveren dan optische lithografie dankzij de korte golflengte van UV-licht.

Negatief gevoelige lagen, waarbij gebruik wordt gemaakt van diacetylenen die worden neergeslagen als Langmuir-Blodgett-films, zijn ondermeer ontwikkeld aan het *University College* in Londen, door *Pitt* en *Grunfeld*, op de *Universiteit van Pennsylvania* door *Garito*. Op de plaats waar deze films worden geraakt door de elektronenbundel polymeriseren ze tot polyacetyleen.

Een andere materiaal dat is toegepast is ω-tricoseenzuur, terwijl ook lagen met benzeenringen zijn gebruikt door *Nippon Electric Company* in Japan om ze geschikt te maken voor droog plasma-etsen.

De negatief gevoelige laag wordt ontwikkeld door het niet-gepolymeriseerd materiaal weg te spoelen.

Het opzwellen, dat bij negatief gevoelige lagen veelal optreedt, zou bij diacetyleenfilms niet voorkomen, omdat er in het polymeer geen residuen zijn van monomere moleculen. Hierdoor blijven de dimensies van de laag intact en is een goede adhesie gegarandeerd. Met deze lagen wordt een goede gevoeligheid verkregen; bestralingsdoses van 10^{-6} tot 10^{-7} $C \cdot cm^{-2}$ zijn voldoende.

De gevoelige lagen zijn zeer goed bestand tegen het etsen met sterke zuren, dankzij de lange koolwaterstofketens in de moleculen en de volledige molecuulbinding die wordt verkregen gedurende polymerisatie.

Er is nog niet met zekerheid vastgesteld of met het Langmuir-Blodgett-proces de vereiste geringe foutdichtheid kan worden gehaald.

Een nadeel is dat het depositieproces van de film op de wafer tenminste een grootteorde langzamer verloopt dan het conventionele 'spinnen' van een fotogevoelige laag, maar dit wordt weer gedeeltelijk gecompenseerd doordat er geen bakprocessen nodig zijn. Over de gehele diameter van de wafer kan een extreem uniforme Langmuir-Blodgett-film worden verkregen.

Dezelfde typen materialen kunnen ook worden gebruikt voor *positief gevoelige lagen*. In dit geval wordt de film in zijn geheel belicht met een geringe dosis elektronenstraling, zodat het gehele oppervlak wordt gepolymeriseerd. Daarna wordt belicht met een veel hogere dosis om de gewenste gebieden weg te branden, waardoor het substraat op die plaatsen bloot komt te liggen. Een ontwikkelproces is dan niet meer nodig.

De al eerder genoemde firma Nima Technology levert als eerste Europese bedrijf aan haar klanten substraten met Langmuir-Blodgett-films.

Diacetylenen met voldoende zuiverheid zijn nog niet commercieel beschikbaar, maar worden vervaardigd op de Universiteit van Warwick. Nima hoopt binnenkort te beschikken over de apparatuur om materialen met de gewenste zuiverheid voor het Langmuir-Blodgett-proces te kunnen maken.

Ook in industriële laboratoria in de VS wordt hard gewerkt aan gevoelige lagen met Langmuir-Blodgett-films, onder andere bij Kodak en IBM, maar men heeft heeft er nog maar weinig gedetailleerde informatie losgelaten.

Hoewel deze films van groot belang zijn voor de ontwikkeling van fotogevoelige lagen voor hoge resolutie, moet er nog veel werk worden verricht voordat de materialen zijn geoptimaliseerd om te kunnen worden gebruikt in produktieprocessen buiten de laboratoria. ▷

THEMANUMMER

PASSIVATIE

Een van de belangrijke voordelen van het werken met silicium als halfgeleidermateriaal is dat het bijzonder eenvoudig is om een isolerende passivatielaag van siliciumdioxyde over de halfgeleider aan te brengen. Bij andere halfgeleidermaterialen kan een soortgelijke glasachtige passivatielaag niet worden gevormd. De mogelijkheid om isolerende Langmuir-Blodgettfilms neer te slaan is daarom zeer aantrekkelijk. Het blijkt dat enkele monomoleculaire lagen van een geschikte film het oppervlak van sommige halfgeleiders effectief kan afschermen tegen verontreinigingen uit de atmosfeer.
Het neerslaan van films op halfgeleiders van andere materialen dan silicium is al in de praktijk gebracht op de *Universiteit van Durham*, onder leiding van professor Gareth G. Roberts. De depositie van zulke films bij lage temperatuur gaat niet gepaard met hoog-energetische processen (zoals bij plasma-bewerking) dus de methode is vooral geschikt als er geen schade mag worden toegebracht aan het oppervlak; dergelijke schade kan de karakteristieken van een component in negatieve zin domineren.

Op het gebied van de infrarooddetectie heeft de halfgeleider cadmium-kwik-telluride een groot potentieel aan toepassingen. Helaas is lek via het oppervlak een belangrijke beperkende factor bij de werking van detectordioden van dit materiaal. Oppervlaktepassivatie is dan ook een zeer essentiële stap in de produktie van 'high performance' typen van dergelijke detectoren. Aan de Universiteit van Durham wordt onderzoek verricht naar het gebruik van Langmuir-Blodgett-films voor deze toepassing, bij zowel cadmium-kwik-telluride als indium-antimonide.
De gebruikte cadmium-stearaatfilms hebben lichtdoorlatende eigenschappen tot in het infrarood, zodat de straling het halfgeleidersubstraat kan bereiken. Er is geopperd dat cadmium-kwik-telluride-detectoren zouden kunnen werken bij kamertemperatuur, mits voldoende gepassiveerd.

ISOLATIELAGEN

Er is momenteel een enorme belangstelling voor het gebruik van begraven isolatielagen in halfgeleidermaterialen, om bijv. de kostbare 'silicon on sapphire' technologie te vervangen. Ook hier kunnen Langmuir-Blodgett-films wellicht een oplossing bieden, maar eer ze daarvoor daadwerkelijk kunnen worden gebruikt moet nog veel onderzoek worden verricht.

Veel Langmuir-Blodgett-films zijn onstabiel bij gematigd hoge temperaturen (100...200°C), maar ftalocynine-films die volgens deze methode zijn neergeslagen kunnen hoge temperaturen weerstaan, tot meer dan ongeveer 450°C, en zijn bovendien chemisch zeer stabiel. Zij kunnen zich ook stevig hechten aan massieve substraten. Langmuir-Blodgett-films kunnen worden gekoeld tot aan bijv. de temperatuur van vloeibare helium zonder dat de kwaliteit wordt aangetast.
Het quantummechanische tunneleffect houdt in dat ladingdragers door een zeer dunne verarmingslaag (op het grensvlak van een PN-overgang) dringen. Het optreden van 'tunneling' is in zeer sterke mate afhankelijk van de dikte van de grenslaag. De dikte van Langmuir-Blodgett-films kan zeer precies worden beheersd, tot op nanometers nauwkeurig. Daardoor zijn ze potentieel geschikt voor toepassing als tunnel-grenslaag, waar ze de tunnelinjectie van ladingdragers kunnen vergroten. Bovendien zijn het goede isolatoren met een grote diëlektrische sterkte, zo dat ze ook in SQUID-componenten (Superconducting QUantum Interference Device) kunnen worden gebruikt. De mogelijkheid van het gebruik van tunnelinjectie van minderheidsladingdragers in halfgeleidermaterialen, als een alternatief voor de PN-overgang, heeft veel aandacht getrokken. Dit is in het bijzonder aantrekkelijk voor het gebruik met II-IV-stoffen met een brede bandafstand, zoals zinksulfide en zinkselenide, die goede fosforescerende eigenschappen, maar slechte halfgeleiderparameters hebben.
De groep van de Universiteit van Durham richt zich op de produktie van componenten met monomoleculaire kristalfilms uit II-IV-materialen. Deze componenten zullen ook op de markt worden gebracht.
Het opnemen van een dunne isolerende film tussen de halfgeleider en het metaal van een schottky-foto-element (zonnecel) kan het rendement van de vermogensconversie verbeteren. De film verhoogt de schottky-barrière, zodat een grotere openklem-fotospanning kan worden verkregen zonder reductie van de kortsluitstroom.
De optimale dikte van de isolatielaag in een silicium metaal-isolator-halfgeleider (MIS, Metal Isolator Semiconductor) is 1 ... 2 nm. Bij onderzoek aan de Universiteit van Durham is gebleken dat de meest efficiënte cadmiumtelluride zonnecel wordt verkregen met een enkele monolaag-film van cadmiumstearaat van 2,5 nm dik. De bandafstand van cadmiumtelluride is zeer geschikt voor zonneconversie.

Op de Universiteit van Lancaster [2] is aangetoond dat een Langmuir-Blodgett-film die is neergeslagen op een galliumarsenide oppervlak, met een gouden elektrode een bijna ideale schottky-diode oplevert. De hoogte van de schottky-barrière kan worden gevarieerd over een bereik van 1,1 ... 1,5 eV door de juiste keuze van het filmmateriaal, zonder dat daarbij de filmdikte behoeft te veranderen.
Op de Universiteit van Durham is in onderzoek ten behoeve van elektroluminescentiedisplays met dit systeem aangetoond dat het rendement van de elektroluminescentie-vermogensconversie toeneemt als het aantal monomoleculaire lagen wordt verhoogd van 1 tot 7[3].

GEÏNTEGREERDE OPTICA

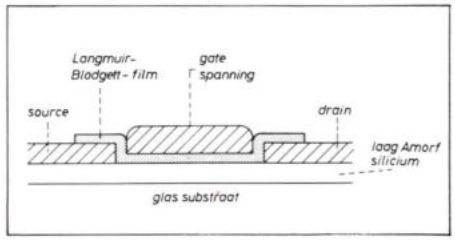
Het opnemen van diverse tweewaardige metaalionen in Langmuir-Blodgett-films maakt het mogelijk de brekingsindex van de films zo te manipuleren dat waarden die voor bepaalde toepassingen nodig zijn met grote nauwkeurigheid kunnen worden gemaakt. Deze mogelijkheid, en het feit dat de filmdikte ook zeer nauwkeurig is te beheersen, maken de films bijzonder geschikt voor toepassing als dunnefilm-golfgeleiders in geïntegreerde optische schakelingen.
De lengte van de moleculen die monolagen vormen is tot op 0,1 nm bekend (wat ruim voldoende is voor alle denkbare optische componenten en beter dan in welke andere techniek dan ook kan worden gehaald).
Onderzoek op het University College in Londen aan golfgeleidende effecten in bepaalde Langmuir-Blodgett-films toonde aan dat de verzwakking onder normale omstandigheden relatief gering was. De golfgeleiders kunnen worden neergeslagen door het sequentieel stapelen van monomoleculaire lagen.
Meerlaags films kunnen ook worden gebruikt als bekledingslaag op conventionele golfgeleiders in geïntegreerde optische componenten, om een fijnafstemming mogelijk te maken. Akoestische golfcomponenten en planaire koppelingen kunnen ook hun voordeel doen met een nauwkeurige regelbare brekingsindex.
Plessey Research (Caswell), *GEC* en *British Telecom* werken samen met de Universiteiten van *Durham*, *Hall* en *Lancaster* aan een programma voor geïntegreerde optica, dat onder meer de synthese omvat van nieuwe organische moleculen voor Langmuir-Blodgett-depositie, die speciaal geschikt zijn voor toepassing in niet-lineaire optische componenten.

FET STRUCTUREN

Een FET-structuur met geïsoleerde gate kan worden gemaakt met een isolerende Langmuir-Blodgett-film, zoals is getoond in fig. 3. De structuur vertoont overeenkomsten met die van een MOSFET, maar de siliciumdioxyde-laag die daarbij gewoonlijk als isolator voor de gate dient is hier vervangen door een Langmuir-Blodgett-film op een amorfe silicium laag. De uiterst dunne film heeft het voordeel dat hij zonder 'pin-holes' kan worden geproduceerd en met een grote diëlektrische sterkte.

MOSFET-structuren kunnen niet worden gemaakt met cadmium-kwik-telluride omdat er voor dit materiaal geen isolatielaag bestaat die analoog is aan siliciumdioxyde.

Fig. 3. Structuur van een FET met een isolerende Langmuir-Blodgett-film.

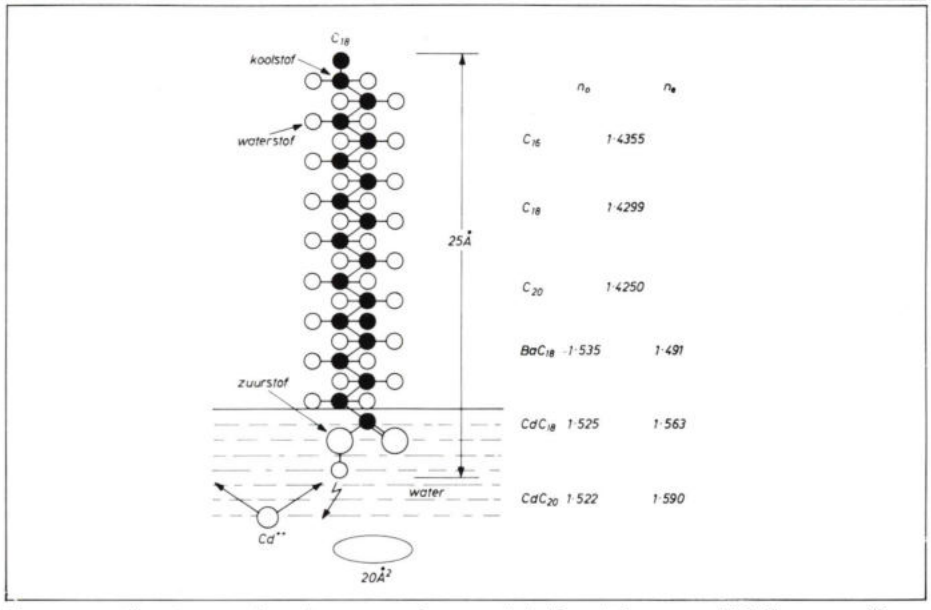


THEMANUMMER

Vergelijkbare structuren met die in fig. 3 zijn echter wel te maken met Langmuir-Blodgett-films.
Als de gate-elektrode van een FET-structuur op enige afstand wordt gehouden van het oppervlak, zoals in fig. 4, kan een gas of vloeistof in de omgeving van de component de eigenschappen van de Langmuir-Blodgett-film beïnvloeden. Op deze manier kunnen milieumetingen worden gedaan. Bepaalde organische moleculen kunnen worden gefixeerd op het oppervlak van de film, om zodoende een component te produceren die gevoelig is voor specifieke stoffen. Zulke chemische gevoelige CHEMFET's kunnen van groot belang zijn voor het bewaken en regelen van chemische processen.
longevoelige FET's (ISFET's) met een structuur als in fig. 4 zijn gemaakt voor pH-metingen en dergelijke en zijn stabiel in waterige oplossingen. De gebruikte film is een ionselectief membraan. Als de te meten ionenconcentratie verandert, wijzigt de polarisatie van het membraan en reageert de source-drain-stroom overeenkomstig. De bedoeling is om dergelijke sensoren met standaard microcircuits te integreren.
Op het University College in Londen is een methode gevonden om biologisch belangrijke macromoleculen covalent te binden aan films op elektroden. Zo is bijvoorbeeld, aangrenzend aan een pH-gevoelige film, beta-lactamase gekoppeld aan een dunne antimoonfilm. Hiermee is een detector gemaakt voor complexe penicilline-moleculen.

GASSENSOREN

Recent werk heeft aangetoond hoe Langmuir-Blodgett-films kunnen worden gebruikt voor de detectie van het giftige gas stikstofdioxyde dat voorkomt in uitlaatdampen e.d.
Het onderzoekteam van *Baker* [4] heeft gebruik gemaakt van koper-ftalocyaninefilms, waarvan de elektrische geleidbaarheid zeer gevoelig bleek voor de aanwezigheid van het gas. De groep van *Treadgold* [5] gebruikte porphyrine meerlaagsfilms die ook een grote en snelle toename van de geleiding te zien gaven als ze werden blootgesteld aan stikstofdioxyde. Deze responsie bleek afhankelijk van de partiële druk van het gas, het metaal in de porphyrinering en de soort van ringsubstituenten.



Een eenvoudig vetzuurmolecuul op een wateroppervlak. De relatieve permitiviteit van een film die bestaat uit lagen van dergelijke moleculen kan worden beheerst door het kiezen van een bepaalde lengte van de CH_2-keten en door het vervangen van het eindstandig H-atoom door een tweewaardig metaalion. De structuur kan ook worden gewijzigd door ketens te kiezen waarin koolstofbindingen kunnen worden gekoppeld aan aangrenzende moleculen.

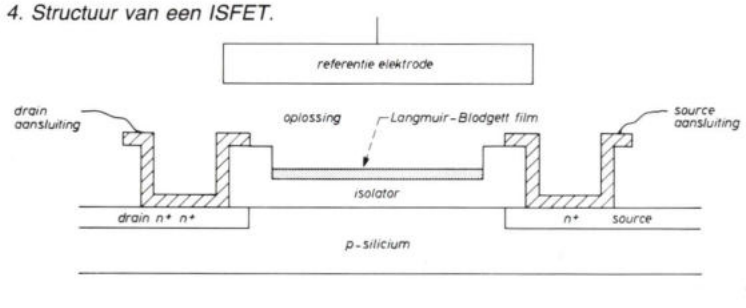
De initiële geleiding van alle soorten porphyrinefilms lag in de buurt van $10^{-6}\Omega^{-1}m^{-1}$, maar het blootstellen van stikstofdioxyde aan koperporphyrine leidde tot een stijging van de geleiding met een factor 1000 gedurende de eerste 10 s, gevolgd door een langzame toename die afhankelijk is van de dikte van de film. Het 'herstel' verloopt relatief langzaam (een factor 10 in twee uur), afhankelijk van het omringende gas. IJzer- en magnesiumporphyrine geven geen responsie.

ONDERZOEK

Op de afdeling Natuurkunde van de *Universiteit van Exeter* wordt onder leiding van *dr. J.R. Drabbe* gewerkt aan het gedrag van Langmuir-Blodgett-films als ultrasone transducent. Men onderzoekt het fundamentele fysische mechanisme van een effect waarvan men veronderstelt dat het een lading in de film genereert die kan worden overgebracht naar een detecterende ladingsversterker.
Er is veel belangstelling voor de mogelijkheid om een permanente polarisatie in een Langmuir-Blodgett-film aan te brengen, om piëzo-elektrische, pyro-elektrische of ferro-elektrische eigenschappen te verkrijgen. Plessey Research wil samen met de Universiteit van Hull meerlaagsstructuren produceren met een ingebouwd dipoolmoment voor mogelijke toepassing in infrarooddetectoren, gassensoren, rekstrookjes, microfoons e.d.

Hoewel de Langmuir-Blodgett-methode de bekendste techniek is voor het vormen van moleculaire films, kan het een tijdrovend proces zijn. Sommige soorten films kunnen worden gevormd door de adsorptie van moleculen aan een oppervlak, gevolgd door een gewenste chemische modificatie. Recent werk op de Universiteit van Lancaster resulteerde in de ontwikkeling van een nieuwe produktietechniek voor dunne films met meervoudige monolagen. Globaal houdt die methode afwisselende onderdompeling in van het substraat in een oplossing van perfluordecaanzuur in hexadecaan en in een oplossing van het vierwaardige ammoniumzout in water.

Fig. 4. Structuur van een ISFET.



Literatuur
[1.] Langmuir-Blodgett-films, Current Status and Prospects for Further Development. Vols. 1 & 2, Science and Engineering Research Council, 1984.
[2.] C.S. Winter, R.H. Treadgold, proc. IEE *130, 5, 156,* oktober 1983.
[3.] J. Batey, G.G. Roberts, M.C. Petty: *Thin Solid Films, 99, 283,* 1983.
[4.] S. Baker et al, Proc. IEE, *130, 5,* oktober 1983.
[5.] R.H. Treadgold et al, proc. IEE, *132,3,* juni 1985.
[6.] R.H. Treadgold et al, El. Lett., *21, 13, 554,* 20 juni 1985.

□

The new 1S64 Series of 10-, 12-, 14- and 16-bit resolver-to-digital converters. Absolute position and velocity feedback.
And absolutely no mechanical tachogenerator.

Now you can design a lot of mechanical unreliability out of your servo loop. With our 1S64 Series converting inputs from any standard brushless resolver, you get the digital position outputs of an absolute encoder and the velocity signal of a highgrade electromechanical tachogenerator from one solid-state component.

The specs tell the remarkable velocity signal story: 0.1% linearity, 1.0% accuracy and 0.5% of output, dynamic ripple noise. And the 1S64 can operate over a -55°C to +125°C or a 0°C to +70°C range, so it's ideal for military or industrial use.

The performance features are a servo designer's dream. Continuous, step-free analog output down to zero speed. A parallel absolute position word. A DC error signal for test purposes. Carry and direction signals. An inter-LSB output to compensate for free play in the system.

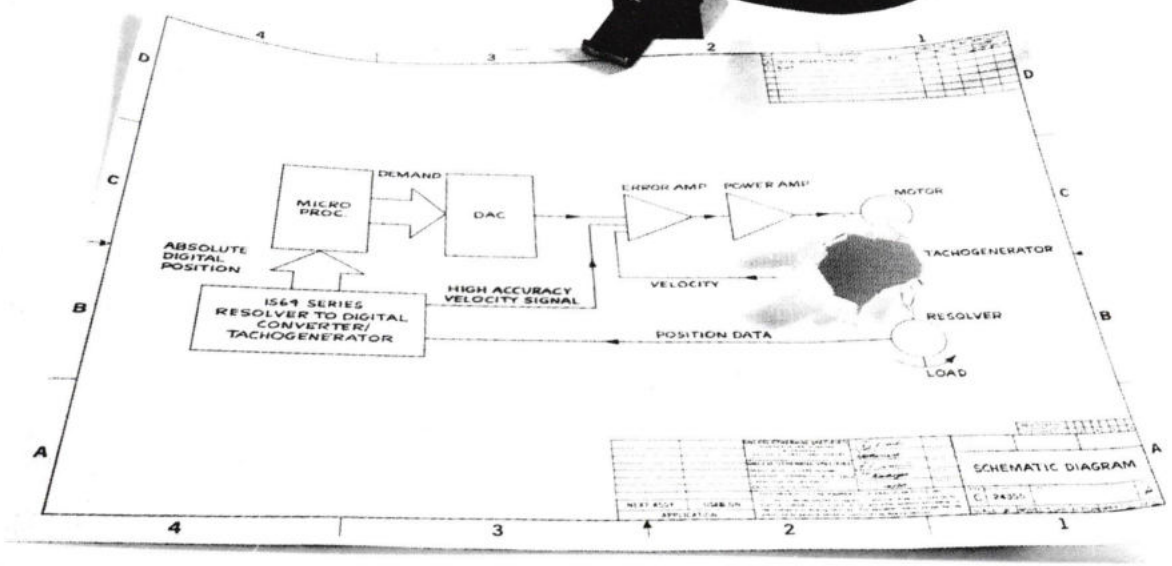
Even an exclusive angle-offset input that allows you to electrically rotate your resolver's input shaft.

Yet a 1S64 converter and resolver cost far less than a tachogenerator/encoder combination with comparable performance. And you also save on real estate, design time, mechanical mounting, maintenance and customer downtime.

And Analog gives you a choice of positional resolutions. Along with the 16-bit 1S64, with its 630 rpm tracking rate and 16V/1000 rpm velocity voltage scaling, we offer the 10-bit 1S14 (with a 40,800 rpm tracking rate and 0.25V/1000 rpm v.v.s.), the 12-bit 1S24 (10,200 rpm t.r. and 1V/1000 rpm v.v.s.) and the 14-bit 1S44 (2550 rpm t.r. and 4V/1000 rpm v.v.s.).

Lop mechanical error out of your loop. For the complete story on the super-reliable 1S64 Series, call Applications Engineering at 01620 - 81520, or write us today!

ANALOG DEVICES



You'll never see your tachogenerator again.

ANALOG DEVICES BENELUX, BENELUXWEG 27, 4904 SJ OOSTERHOUT HOLLAND, TEL.: 01620-81520, TELEX: 54942.

Symbiose in silicium

Analoog en digitaal in UHF/bipolair en BICMOS

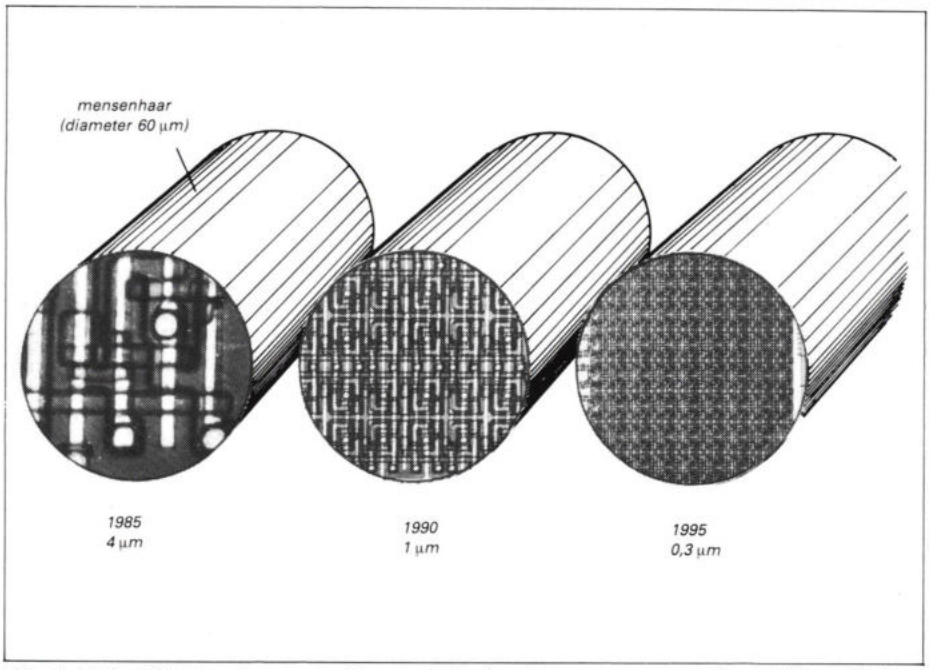
Steeds luider wordt de roep naar technologieën waarmee men ten behoeve van verdere zinvolle systeemintegratie snelle analoge en complexe digitale functies in hetzelfde IC kan combineren. Bij snelle bipolaire schakelingen vormt de bereikbare pakkingsdichtheid een struikelblok voor het realiseren van complexe digitale logica. Monolithische integratie van bipolaire en unipolaire transistoren stuit per traditie op de problematische compatibiliteit van de fabricageprocessen voor deze beide transistortypen. Overal ter wereld werkt de halfgeleiderindustrie echter aan het uit de weg ruimen van deze bijna klassieke obstakels. Zo heeft Telefunken electronic een tweetal veelbelovende technologieën in ontwikkeling voor gemengd analoge/digitale IC's: UHF/bipolair en BICMOS. Van beide vermeldt het spoorboekje twee procesgeneraties, waarvan de eerstelingen al eind dit jaar op de produktielijnen moeten arriveren. Hoewel de contouren van de in een verder verschiet liggende opvolgers in het submicrometerdomein liggen, staan ze de ontwikkelaars al scherp voor ogen.

Een paar jaar geleden luidde de evolutie naar steeds kleinere halfgeleiderstructuren het VLSI-tijdperk in. Anno 1986 zijn lithografische details van 2,5 tot 4 micrometer kenmerken van een gerijpte technologie terwijl diverse standaard VLSI-produkten van recente datum alweer een stap verder, of zo men wil kleiner, zijn. Inmiddels is de bereikbare pakkingsdichtheid zodanig toegenomen, dat digitale IC's met enkele honderdduizenden MOS-transistoren tot het heden behoren.

Om de zeer kleine dimensies van de micro-elektronica wat te concretiseren, wordt dikwijls de vergelijking getrokken met de dikte van een mensenhaar. Afb. 1 doet dit ook, en maakt heel aanschouwelijk wat we ons moeten voorstellen bij de lithografische structuren van 1 μm en 0,3 μm die waarschijnlijk in 1990 respectievelijk 1995 de stand van de micro-elektronica zullen bepalen.

Hoe de evolutie naar submicrometerstructuren in de komende vijf jaar zal verlopen, is geschetst in fig. 2. Hierin toont de onderbroken lijn het naijlen van de serieproduktie op de ontwikkeling. Voor de lithografische fabricageprocessen betekent de structuurreductie een grootscheepse omschakeling naar andere produktiemetho-

THEMANUMMER



Afb. 1. Halfgeleiderstructuren vergeleken met de diameter van een mensenhaar. Lithografische details van 2,5 tot 4 μm zijn kenmerken van huidige gerijpte integratietechnologieën. Waarschijnlijk zullen in 1990 details van 1 μm een produktiestandaard zijn. Wat een verdere structuurverkleining naar 0,3 μm inhoudt, blijkt duidelijk uit de rechter doorsnede. Deze stand van de microelektronica is waarschijnlijk pas in 1995 realiteit.

den en daarvoor geschikte apparatuur. We zien in de figuur dat lithografie voor structuurbreedten van circa 1,5 μm nog juist mogelijk is met volledige belichting van de siliciumschijf. Smallere sporen vereisen stapsgewijze partiële belichting met behulp van een waferstepper. Al snel na het onderschrijden van de 1 μm-grens moet men bovendien overgaan op toepassing van meerlaags fotolak.
Ook de vroegere natte etsprocédé's en huidige plasma-etsprocédé's zijn in het submicrometerdomein onbruikbaar. Om een goede reproduceerbaarheid en scherp gedefinieerde verticale ribprofielen te verkrijgen, moet men omschakelen op reactief ionenetsen.

Omschaling naar kleinere laterale structuren is echter meer dan alleen een kwestie van lithografie, maar moet samengaan met verkleining van laagdikten en implantatiediepten. Zowel bij unipolaire als bij bipolaire technologieën resulteert dit in betere elektrische eigenschappen van de afzonderlijke componenten. De gunstigere waardèn voor het vermogen-snelheidprodukt zijn belangrijk met oog op een hogere pakkingsdichtheid en de hogere afsnijfrequenties verleggen de prestatiegrenzen van geïntegreerde systemen.

BIPOLAIR EN MOS VERSUS ANALOOG EN DIGITAAL

Sinds IC-ontwerpers voor het in silicium integreren van hun schakelingen de keuze hebben uit vele varianten uit de bipolaire en unipolaire basistechnologieën, leken de kaarten voor lange tijd geschud. Analoge applicaties zijn voorbestemd voor bipolaire transistoren, vooral als er hoge frequenties of grotere vermogens in het geding komen. De hoge schakelsnelheid maakt bipolaire integratietechnologieën tevens bij uitstek geschikt voor specifieke digitale functies. Een beperking van bipolaire integratietechnologieën is echter de bereikbare complexiteit. Wat dat betreft kan de ontwerper uitwijken naar een van de MOS-varianten, die compacte, weinig vermogen vragende structuren en zodoende een grote pakkingsdichtheid toelaten. De prijs hiervoor is een lagere schakelsnelheid.

Of men voor een monolithisch te integreren schakeling of systeem een bipolaire variant dan wel een MOS-variant moet kiezen, wordt dus bepaald door de combinatie van complexiteit en verwerkingssnelheid of werkfrequentie. Fig. 3 vergelijkt het verband tussen complexiteit en werkfrequentie, afgeleid uit de tot nu toe bekende topprestaties van de technologieën bipolair-silicium, MOS-silicium en galliumarsenide. We kunnen uit de gegeven curven de vuistregel afleiden dat, zeker in het VLSI-domein, een tienvoudige vergroting van de complexiteit gepaard gaat met een ongeveer evenredige afneming van de werkfrequentie.

Gearceerd zijn in fig. 3 de prestatielimieten aangegeven voor de twee bij *Telefunken*

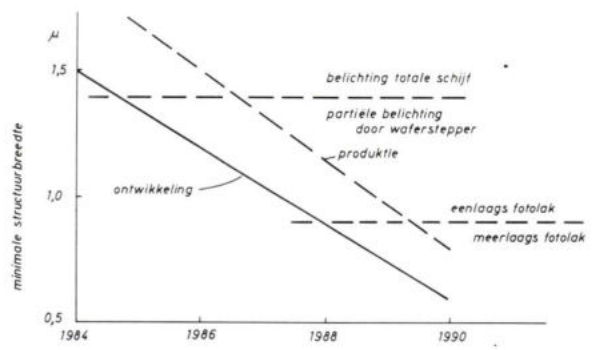


Fig. 2. Evolutie naar submicrometerstructuren in de ontwikkeling en in de serieproduktie.

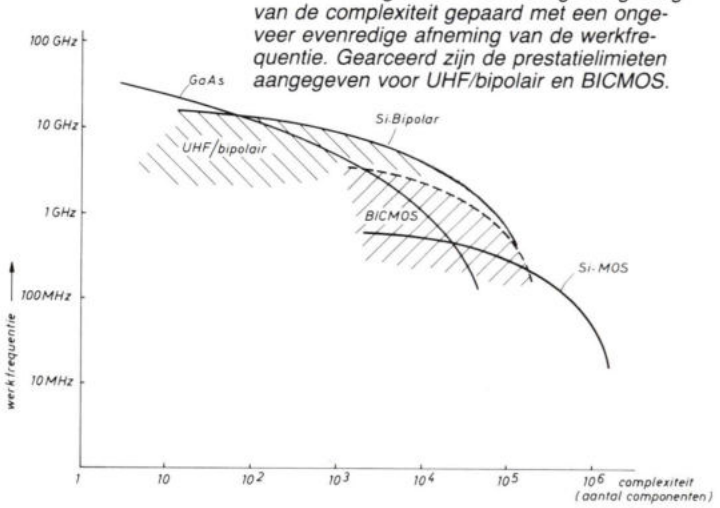


Fig. 3. Verband tussen complexiteit en werkfrequentie voor de technologieën bipolair-silicium, MOS-silicium en galliumarsenide. In het VLSI-domein gaat een tienvoudige vergroting van de complexiteit gepaard met een ongeveer evenredige afneming van de werkfrequentie. Gearceerd zijn de prestatielimieten aangegeven voor UHF/bipolair en BICMOS.

electronic in ontwikkeling zijnde technologieën die we in het volgende zullen behandelen, te weten *UHF/bipolair* en *BICMOS*. Beide beloven een aanmerkelijk grotere flexibiliteit bij de geschetste afwegingen tussen bipolair en MOS. In ,,UHF/bipolair'' staan de drie eerste letters voor *,,ultra-high frequency''*. Deze integratietechnologie maakt silicium geschikt voor zeer hoge frequenties en biedt in het UHF-gebied toch een vrij grote pakkingsdichtheid.

BICMOS is een samentrekking van ,,bipolair'' en ,,CMOS'', wat aangeeft dat het hier gaat om een combinatietechnologie die een hoge snelheid paart aan een grote bereikbare complexiteit. Zowel BICMOS als UHF/bipolair zijn geschikt voor integratie van gemengd analoge/digitale schakelingen. Beide zijn goede voorbeelden van de evolutie die zich momenteel voltrekt op het gebied van fabricageprocessen en het ontwikkelen van transistormodellen.

TOEPASSINGEN VOOR UHF/BIPOLAIR

Gezien de zeer hoge werkfrequenties, overlapt het toepassingsgebied voor UHF/bipolair een fors gedeelte van het terrein dat tot voor kort nog exclusief leek voorbestemd voor galliumarsenide. Zeker geldt dit voor de tweede procesgeneratie. We kunnen hierbij denken aan geïntegreerde schakelingen voor satellietcommunicatie, zoals versterkers met een bandbreedte groter dan 10 GHz en frequentiedelers voor maximale ingangsfrequenties in de buurt van 12 GHz. Ook mengschakelingen tot 5 MHz behoren zeker niet tot de onmogelijkheden. Een veelheid van potentiële toepassingen ligt voorts in de telecommunicatietechniek; voorbeelden zijn componenten voor cellulaire radio en bredebandISDN. Zeer snelle in UHF/bipolair uitgevoerde A/D-omzetters, D/A-omzetters en vermenigvuldigers kunnen digitale signaalverwerking met ultrahoge frequenties mogelijk maken. Attractief lijken verder standaardcellen of gate-arrays voor verwerkingfrequenties tot 5 GHz.

UHF/BIPOLAIR-1

Fig. 4 toont de halfgeleiderstructuur die kenmerkend is voor de huidige ontwikkelingsstand van UHF/bipolair. De in deze figuur afgebeelde procesversie (eerste generatie) is momenteel bijna gereed voor overdracht naar de serieproduktielijnen. Enkele technische specificaties van de op een p^--substraat opgebouwde halfgeleiderstructuren zijn emitterbreedten van minimaal 1,5 μm (overeenkomend met de kleinste lithografische details), twee metallisatielagen en LOCOS-isolatie. Het LOCOS-procédé *(local oxidation of silicon)* behelst de plaatselijke vorming van isolerende gedeeltelijk begraven oxydelaagjes. Een belangrijke parameter is voorts het vermogen-snelheidprodukt, waarvoor een waarde $\leq$ 0,2 pJ geldt. In een IC met gemengd analoge/digitale schakelingen kan men per vierkante millimeter maximaal circa 300 componenten integreren. Voor zuiver digitale schakelingen vertoont UHF/bipolair-1 een pakkingsdichtheid van ongeveer 500 componenten per vierkante millimeter. Momenteel werkt men aan de ontwikkeling van commerciële schakelingen met een oppervlakte van ongeveer 50 mm^2.

– Hoogfrequent-eigenschappen

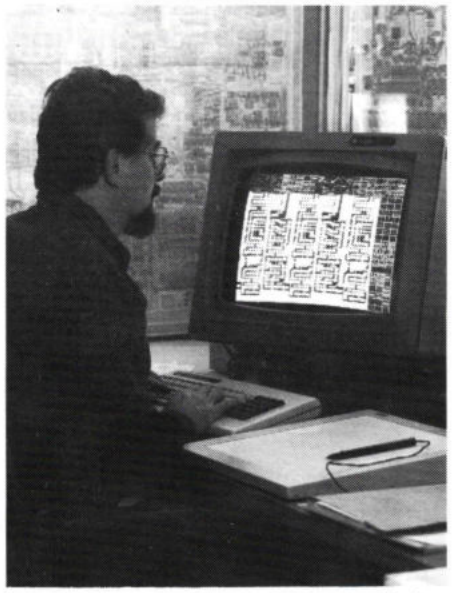
Dat de eerste drie letters in ,,UHF/bipolair'' inderdaad staan voor ,,ultra-high frequency'', wordt duidelijk uit de afsnijfrequentie van ten minste 6 GHz die geldt voor de in deze technologie vervaardigde NPN-transistoren. Metingen aan een in ECL-schakeltechniek opgebouwde deler, gerealiseerd in UHF/bipolair-technologie, toonden aan dat deze deler ingangsfrequenties tot 2,5 GHz kon verwerken. Door toepassing van een speciale schakeltechniek werd met een (nog niet gepubliceerde) delerschakeling zelfs een maximale ingangsfrequentie van 5 GHz bereikt.

In de vereenvoudigde doorsnede in fig. 4 zijn aangegeven een verticale NPN-transistor en een weerstand, met weglating van LOCOS-isolatie en tweede verbindingslaag. Behalve kleine structuurdimensies zijn vooral drie maatregelen bepalend voor de hoogfrequent-eigenschappen:

- de LOCOS-isolatie elimineert de PN-capaciteiten die anders bij scheidingsdiffusie zouden ontstaan;
- de uit polysilicium vervaardigde basisgeleider en de laagohmige aansluiting met de actieve basislaag geven een aanzienlijke reductie van de RC-tijdconstanten tussen basis-aansluiting en actieve basis;
- de op de SiO_2-isolatielaag liggende polysiliciumweerstand heeft slechts een zeer geringe spanningsafhankelijke parasitaire capaciteit.

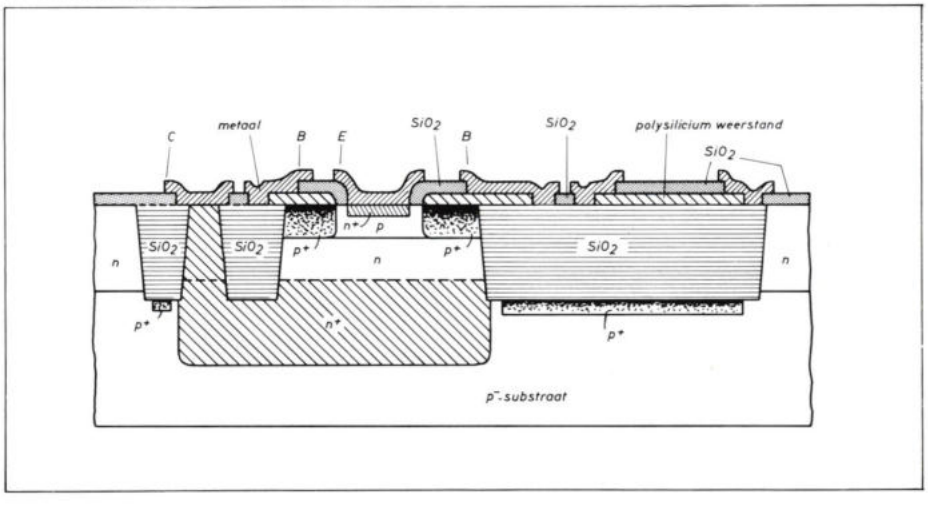
UHF/BIPOLAIR-2

Zoals gezegd, is de eerste generatie van UHF/bipolair geen einddoel. Men wil met UHF/bipolair immers het submicrometerdomein betreden, waarvoor deze technologie op een aantal punten modificatie behoeft. Ter illustratie hiervan vergelijkt tabel 1 de belangrijkste eigenschappen van de eerste generatie met de doelstellingen voor de tweede generatie. Als voorlopig doel geldt het bereiken van laterale structuren waarvan de kleinste details ca. 0,7 μm



Een van de eerste stappen bij de ontwikkelen van een VLSI-schakeling, is het ontwerpen van de topologie. Deze foto toont een grafisch werkstation met een hogeresolutie-kleurenbeeldscherm, dat is gekoppeld aan een centrale computer. Het grafisch beeldscherm is van het fabrikaat Calma en wordt ondersteund door een lokale computer voor snelle grafische bewerkingen. Tot de verdere uitrusting behoren een beeldscherm voor datapresentatie, een 300 Mbyte schijfgeheugen en een bandgeheugen. Grafische invoer vindt plaats op een digitaliserend tableau, met hulp van een menu op het beeldscherm. De resolutie bedraagt 0,001 micrometer. Behalve voor het genereren van het grafisch ontwerp, wordt het systeem tevens gebruikt voor verificatie van de ontwerpregels en voor het genereren van de maskerbanden (foto: Telefunken electronic).

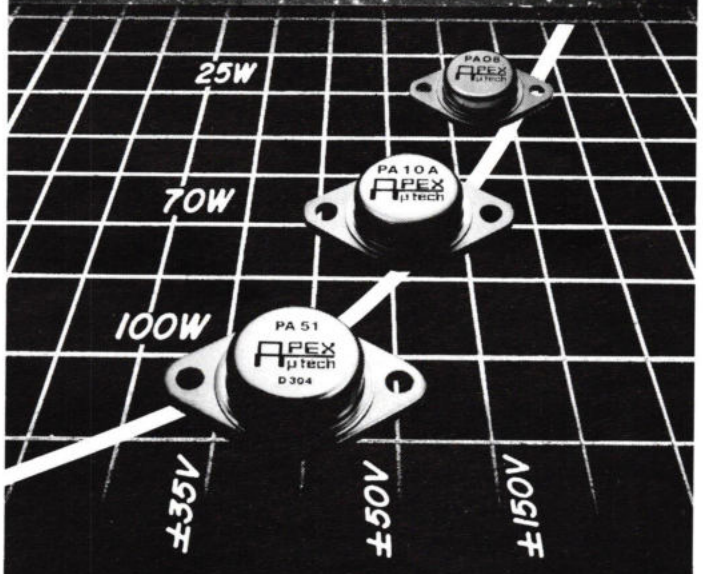
Fig. 4. Vereenvoudigde doorsnede van de halfgeleiderstructuur van de eerste generatie UHF/bipolair, met weglating van LOCOS-isolatie en tweede verbindingslaag. Van deze procesversie is de ontwikkeling momenteel vrijwel afgerond.



POWER OP AMPS

INDUSTRY'S LARGEST SELECTION
FAST DELIVERY ON ALL 12 MODELS

CONTROL:
SPEED
TORQUE
POSITION
FEED RATE
TEMPERATURE
LIGHT INTENSITY



APEX μtech

APEX hybride vermogensversterkers vormen de ideale oplossing voor alle problemen bij het schakelen van grotere vermogens, het sturen van motoren, het voeden van transducers of afbuigeenheden etc.

- Stromen tot 15A
- Spanningen tot 300V
- Ingebouwde thermische beveiliging

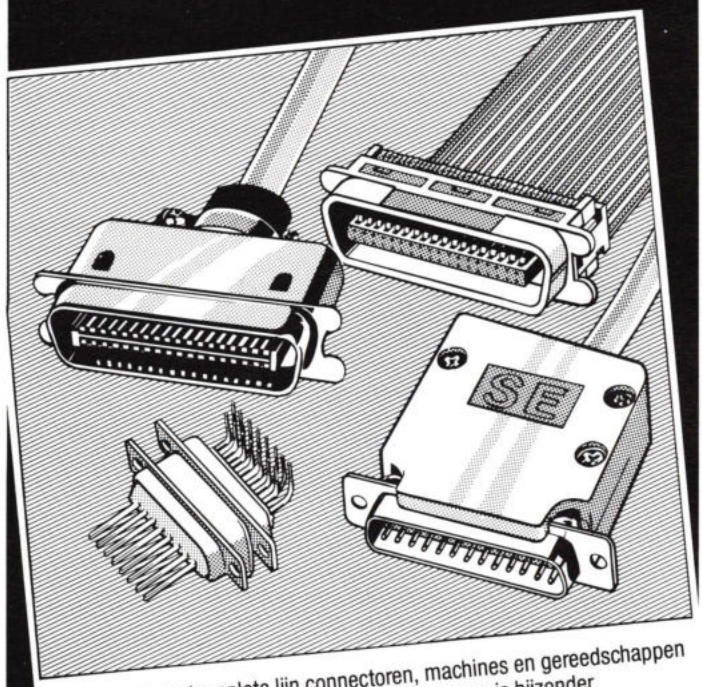
BEL VOOR DOKUMENTATIE EN APPLIKATIEGEGEVENS NAAR

professionele elektronische komponenten meetapparatuur en voedingen

KLAASING ELECTRONICS B.V.

beneluxweg 27 4904 SJ oosterhout tel. 01620-81623/696 telex 54598 fax 01620-56500

AVT CONNECTOREN... UITGEBREIDE KEUZE, UITSTEKENDE KWALITEIT



AVT levert een komplete lijn connectoren, machines en gereedschappen voor de elektronica. Het assortiment connectoren is bijzonder uitgebreid en voldoet aan de strengste eisen die in de industrie gesteld worden. In het omvangrijke assortiment vindt u o.a. D-subminiatuur en Centronic connectoren. De D-sub connectoren zijn leverbaar in 9 t/m 50 polige uitvoering, zowel met soldeerpennen, soldeerogen en wire wrap pennen, recht of haaks. Diverse kunststof beschermkappen kompleteren het programma. De Centronic connectoren (in uitvoering voor besturingskabel) kunnen geleverd worden voor 14 t/m 60 kontakten, fosforbrons, goud over nikkel. Verkrijgbaar in soldeeruitvoering of voor printplaatmontage. Tevens is een Centronic connector leverbaar voor bandkabel, met aansluiting volgens de IDC methode. Naast de uitgebreide lijn connectoren levert AVT uiteraard ook een komplete lijn bandkabel en besturingskabel. De bandkabel is bijvoorbeeld leverbaar in regenboog, grijze, getwiste en afgeschermde uitvoering; de besturingskabel is leverbaar met of zonder afscherming, in een grote verscheidenheid van maten.

Op aanvraag zenden wij u graag gedetailleerde informatie.
'n Telefoontje naar onze hr. Meulendijks of v.d. Ven is voldoende.
'n Briefje schrijven mag natuurlijk ook.

AVT GEAVANCEERDE TECHNIEK... MEER RENDEMENT

AVT, postbus 4, 5750 AA Deurne, tel. 04930-15865, telex 51368

	UHF/bipolair I	UHF/bipolair II
kleinste lithografische details	1,5 μm	0,7 μm
isolatietechniek	LOCOS	trench
aantal verbindingslagen	2	3 ... 4
afsnijfrequentie	> 6 GHz	30 ... 40 GHz
werkfrequentie	> 2,5 GHz	10 ... 20 GHz
vermogen-snelheidsprodukt	≤ 0,2 pJ	≤ 50 fJ
pakkingsdichtheid (componenten per mm²)	> 300	> 600
complexiteit (aantal componenten per IC)	> 15 000	> 10^4

Tabel 1. Technische specificaties van eerste en tweede generatie UHF/bipolair.

breed zijn. De exacte limieten zijn hier uiteraard afhankelijk van de grenzen van de optische lithografie.

Voor wat betreft de eigenschappen van de afzonderlijke transistoren bestaat er zoals eerder opgemerkt een nauwe relatie tussen de laterale en de verticale dimensies. Verkleining van laterale structuren heeft daarom tevens grote consequenties voor de te realiseren laagdikten en indringdiepten van de geïmplanteerde verontreinigingsionen. Zo behoort bij een emitterbreedte van 1,5 μm een basisindringdiepte van 0,3 μm, die men bij emitterbreedten van 1,0 μm al tot 0,1 μm moet reduceren. Hoezeer de bereikbare afsnijfrequentie afhangt van de laterale dimensies, blijkt uit fig. 5. Deze figuur geeft het verband weer tussen afsnijfrequentie en emitterbreedte

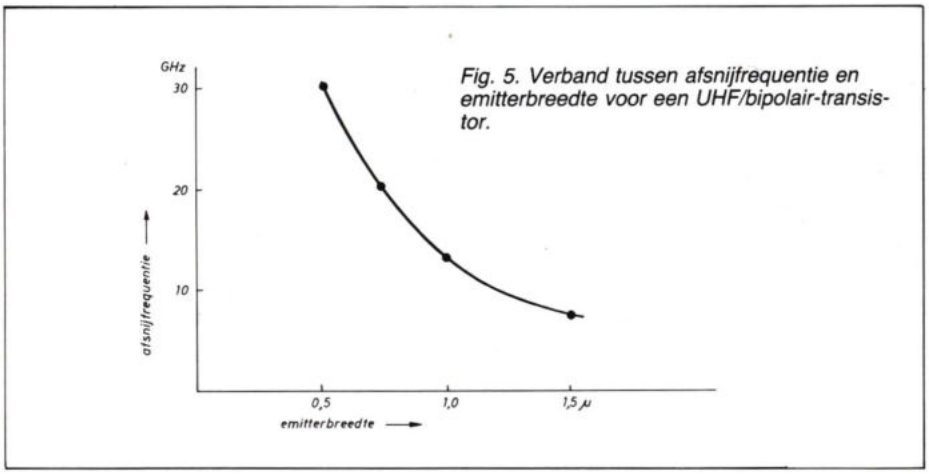
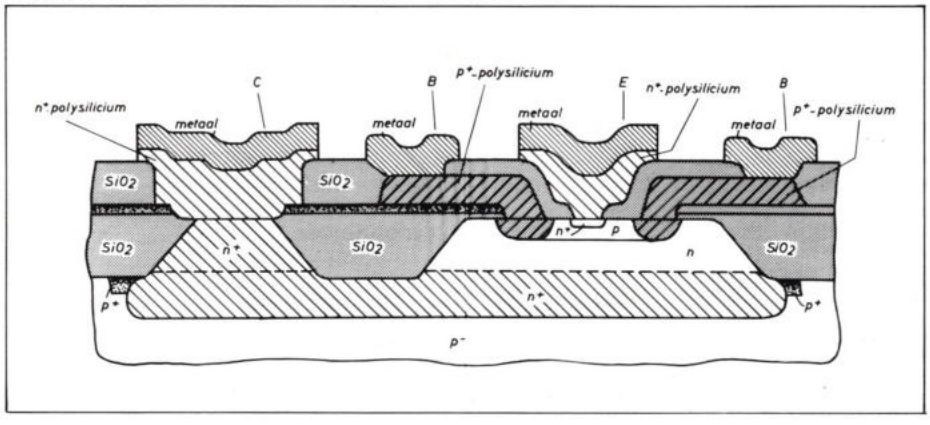


Fig. 5. Verband tussen afsnijfrequentie en emitterbreedte voor een UHF/bipolair-transistor.

Fig. 6. Vereenvoudigde doorsnede van de halfgeleiderstructuur van UHF/bipolair-2. Alle aansluitingen voor de bases, collectoren en emitters zijn zelfjusterend uitgevoerd in polysilicium. Niet aangegeven zijn de verbindingslagen en de trench-isolatie.



van een UHF/bipolair-transistor. Stilzwijgend is hierbij verondersteld dat tevens de verticale structuren overeenkomstig de eisen zijn omgeschaald. Bij de in tabel 1 vermelde 0,7 μm-structuren behoort een basisindringdiepte van slechts 0,05 μm. De dikte van de epitaxielaag is dan nog ongeveer 0,5 μm.

Verder onderscheidt UHF/bipolair-2 zich van de eerste generatie door toepassing van zelfjusterende transistoren en contacten alsmede door *trench-* of *groefisolatie* in plaats van LOCOS. Een bekend probleem bij conventionele LOCOS-isolatie is de vorming van snavelvormige uitlopers van het isolerende oxyde, de zogenoemde *„bird's beaks"*. Deze snavels ontstaan als gevolg van de diffusie van zuurstof en het aangroeien van siliciumdioxyde onder de passivatielaag tijdens thermische oxydatie. Vooral bij omschaling naar submicrometer-structuren verhinderen de snavels het bereiken van een grote pakkingsdichtheid. Het trench-procédé impliceert het etsen van smalle groeven in het silicium en het vervolgens opvullen ervan met organisch of anorganisch isolatiemateriaal.

Genoemde maatregelen verkleinen de onderlinge capaciteiten en verbeteren de pakkingsdichtheid. Fig. 6 illustreert de opbouw van een transistor in deze technologie. Evenals in fig. 4 zijn de verbindingslagen en de (trench-)isolatie eenvoudigheidshalve weggelaten. Zoals de figuur laat zien, zijn de aansluitingen voor de basis, collector en emitter alle uitgevoerd in polysilicium. Zelfjustering van de aansluitingen vindt plaats door uitdiffunderen van de desbetreffende laagjes polysilicium. Emitter- en collectoraansluitingen onstaan door diffusie uit het n^+-gedoteerde polysilicium. Uit het p^+-gedoteerde polysilicium, dat dient als laagohmige verbinding met de actieve basis, wordt door uitdiffunderen de basis-aansluiting geformeerd.

Evenals de eerste generatie, leent ook UHF/bipolair-2 zich voor monolithische integratie van analoge en digitale functies. Keren we terug naar tabel 1, dan zien we dat de ontwikkelaars voor de submicrometer-versie een grensfrequentie tussen 30 GHz en 40 GHz beogen. Waarschijnlijk zal de poortvertragingstijd beter zijn dan 50 ps, zodat we voor een verwachte dissipatie van hooguit 1 mW per poort een vermogen-snelheidprodukt kleiner dan 50 fJ berekenen. Werkfrequenties tussen 10 GHz en 20 GHz zijn zodoende een reële doelstelling. Wat de bereikbare pakkingsdichtheid betreft (> 600 componenten per vierkante millimeter), biedt UHF/bipolair-2 uitzicht op het realiseren van gemengd analoge/digitale IC's met meer dan 10 000 componenten.

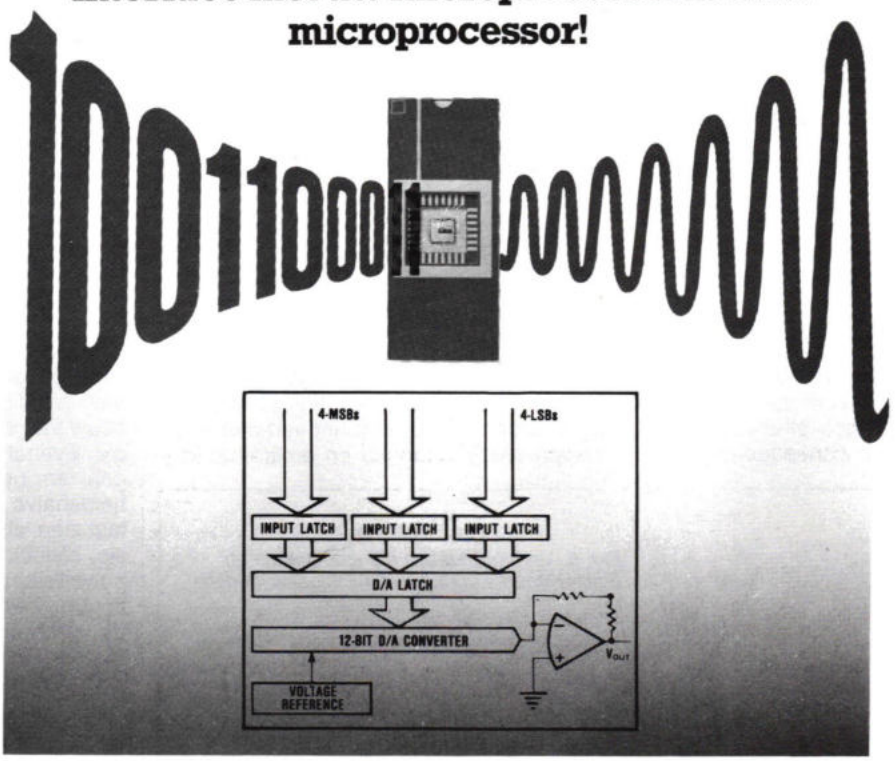
ARGUMENTEN VOOR BIPOLAIR/MOS-COMBINATIES

Zeer hoge frequenties en gemiddelde complexiteit zijn kort samengevat de belangrijkste kenmerken van de UHF/bipo- ▷

THEMANUMMER

vereenvoudig uw µP-DAC ontwerpen.

Alles wat de DAC811 nodig heeft voor de interface met uw microprocessor is uw... microprocessor!



INTERNATIONALE ELEKTRONICA VAKBEURS
Firex86
10 T/M 14 MAART 1986
rai AMSTERDAM
Stand H 186

Waarom extra ruimte, kosten, ontwerptijd en onderdelen aan uw microprocessorsystemen toevoegen, als u een DAC811 kunt gebruiken?

De Totaal Oplossing

De DAC811 is een complete 12 bits digitaal-naar-analoog omzetter met spanningsuitgang (een precisie spanningsreferentie, D/A omzetter, µP-interface logic, dubbel gebufferde latch, en op-amp) dat alles op één enkele chip. Het is ontworpen om uw DAC-µP interface circuits (4, 8, 12 of 16 bits databus) eenvoudig probleemloos te maken: geen extra onderdelen nodig, gunstig geprijst en belangrijke ruimtebesparing op uw printen.

Prestatie en Veelzijdigheid

De DAC811 geeft een topprestatie in een uitgebreide reeks van applicaties. Belangrijkste kenmerken zijn:

- ★ Keuze uit ±10V, ±5V, of +10V uitgangsspanning;
- ★ ¼ LSB nauwkeurigheid (voor BH en SH modellen);
- ★ 0 tot +70 °C, −25 °C tot +85 °C en −55 °C tot +125 °C temperatuurbereiken;
- ★ gegarandeerd monotoon gedrag over temperatuurbereik;
- ★ ceramische of plastic DIP behuizing, LCC maar ook losse die.

De DAC811, geheel compleet op één chip, klaar voor de interface met uw microprocessor.

Voor volledige informatie kunt u kontakt met ons opnemen.

BURR-BROWN®

putting technology to work for you

Burr-Brown International B.V., Postbus 7735, 1117 ZL Schiphol, Tel. 020 - 47 05 90, Fax 020 - 47 03 57, Telex 13024

systeem	analoog	analoog/digitaal	digitaal
comfort-telefoon (analoog)	vorkschakeling; LF-versterker; gelijkspannings-voeding	meeluisterversterker met spraakschakelaar; meertonen-oproepschakeling	microcomputer; abonneenummer-geheugen; LCD-besturing
snoerloze telefoon (analoog)	HF-gedeelte met kanaalselectie	HF-versterker met frequentiedeler; afstem-PLL	besturing nummerkiezer
smalleband-ISDN (abonnee-interface)	gelijkspannings-voeding	12-bit A/D-omzetter 6-bit D/A-omzetter	vorkschakeling met echo-onderdrukking; besturing

Tabel 2. Voorbeelden van integreerbare subsystemen voor de telecommunicatie.

lair-technologie. Er zijn echter tal van gemengd analoge/digitale applicaties denkbaar waarbij de factor complexiteit zwaarder weegt dan de factor grensfrequentie. Uit een verscheidenheid van mogelijke toepassingsgebieden voor geïntegreerde digitale en analoge systemen, toont tabel 2 drie voorbeelden uit de telecommunicatie. Deze onderbouwen de wenselijkheid voor het ontwikkelen van een integratietechnologie voor combinatie van bipolaire transistoren en CMOS-transistoren. De eerste twee voorbeelden betreffen respectievelijk draadgebonden en snoerloze telefoontoestellen. Het derde voorbeeld geldt de abonnee-interface voor transmissie van digitale signalen over telefoonlijnen.

– *„Comfort-telefoon".* De zogenoemde „comfort-telefoon" bevat als zuiver analoge schakelingen de elektronische richtingsscheider of vorkschakeling, de LF-versterker en voeding. Gemengd analoge/digitale schakelingen zijn de „meeluister"-versterker met spraakschakelaar en de oproepschakeling die tonen van verschillende frequentie moet kunnen opwekken. Geheel digitale functies zijn een microcomputer, een geheugen voor abonneenummers en een LCD-besturing.

– *Snoerloos telefoontoestel.* In het geval van de snoerloze telefoon zijn behalve de genoemde normale telefoonfuncties nog extra functies vereist voor de radioverbinding met het moedertoestel. Additionele zuiver analoge schakelingen betreffen hier een HF-gedeelte met afstemeenheid, een middenfrequent-versterker en een demodulator. Voor de kanaalafstemming zijn een HF-voorversterker met frequentiedeler, gekoppeld met een PLL-schakeling nodig, wat dus gemengd digitale/analoge schakelingen zijn. Een toegevoegd ruisfilter kan de kwaliteit van de verbinding sterk verbeteren.

– *Abonnee-interface.* Het derde voorbeeld heeft betrekking op de overdracht van digitale signalen over telefoonlijnen. De abonnee-interface tussen hoofdaansluiting en centrale heeft slechts twee zuiver analoge gedeelten en wel de gelijkspanningsvoeding en de referentiespanningsbron. Van de gemengd analoge/digitale schakelingen is hier de vereiste 12-bit A/D-omzetter bijzonder veeleisend. Deze omzetter bestaat uit zeer nauwkeurige analoge gedeelten en uit complexe logica voor corrigerende en besturende taken. Minder complex is weliswaar de D/A-omzetter voor het besturen van de lijn, maar ook deze moet zowel analoge als digitale functies bevatten. Zuiver digitale interface-functies zijn de vorkschakeling met adaptieve echo-onderdrukking en een complexe besturingsschakeling met in totaal meer dan 10 000 poortfuncties.

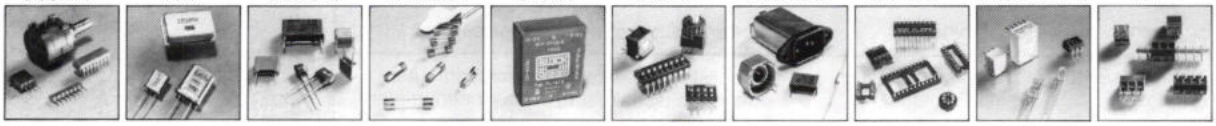
Het BICMOS-1-proces vereist 14 maskerstappen en dus de vervaardiging van eenzelfde aantal maskertransparanten. Op de voorgrond zien we de lichttafel voor visuele beoordeling van BICMOS-maskertransparanten op een schaal van 200 : 1. Ook kunnen de ontwerpers de structuren op de uiteindelijke siliciumschijf inspecteren. Daartoe is dit laboratorium van Telefunken electronic uitgerust met een lichtmicroscoop die is gecombineerd met een videocamera en een kleurenbeeldscherm. Deze op de achtergrond zichtbare installatie geeft een duizendvoudige vergroting.

Tabel 3. Enkele voorbeelden van analoge en digitale functies en de integratietechnologieën om optimale eigenschappen te verkrijgen.

functie	integratietechnologie	
	bipolair	CMOS
gelijkspanningsvoeding; spanningsreferenties	nauwkeurig, stabiel, variabel	hoge ingangsweerstand, lage dissipatie
HF-versterker	grote bandbreedte, laag ruisgetal	–
filters	–	nauwkeurig, stabiel, afstembaar (S/C-filter; digitaal filter)
logica (poorten, flipflops)	hoogste snelheid (ECL-techniek)	kleinste oppervlakte, snel, laagste dissipatie
besturingschakelingen (intern of extern)	gunstigste verhouding stroom/oppervlakte, laagste restspanning	–
complexe logica (ALU's)	–	grootste pakkingsdichtheid (dynamische technieken)
geheugens (ROM's, RAM's)	hoogste snelheid (ECL-RAM's	grootste pakkingsdichtheid (1-transistor-cellen)

We kunnen nu analyseren welke integratietechnologie voor elk van de behandelde ▷

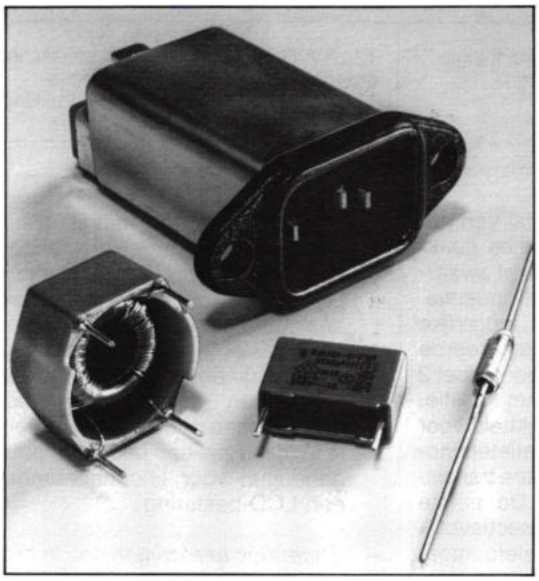
BOURNS YTK SIEMENS PÜSCHEL BLOCK SANSEI SIEMENS SEIFERT TELEFUNKEN PTR



"Gemakkelijker kunt U ons niet krijgen."

Elektronische componenten krijgt u nergens aantrekkelijker dan bij Elincom. Meestal uit voorraad, dus snel geleverd en tegen een scherpe prijs.

Officieel Distributor van o.a.:
PHILIPS,
SIEMENS,
TELEFUNKEN,
BOURNS,
PMI (ic's),
UMC (ic's),
LSI (ic's),
BLOCK (trafo's),
PTR (aansluitklemmen)
CITIZEN (buzzers),



SIEMENS
Ontstorings-componenten
- stroomgecompenseerde spoelen, axiale spoelen, X en Y kondensatoren
- spoelen voor triac-ontstoring
- netfilters 250Vac van 0,5A-20A print-, inbouw- of met IEC-ingang eventueel met zekeringhouder.

En de prijzen zijn héél aantrekkelijk! Bel meteen!

05990-14830

elincom
elektronische componenten
Oosterkade 33 9503 HP Stadskanaal

13.879/F5

digitaal PANTEC
CARLO GAVAZZI

De nieuwe lijn digitale paneelmeters omvat een serie in 72 x 72 DIN-behuizing voor ampère-, volt- en frequentie-indicatie. Daarnaast is er de DPMT-96, een unieke gecombineerde Volt-Ampère-Frequentie paneelmeter in één 96x96 DIN-behuizing.

Pantec biedt verder:

Een scala van mogelijkheden voor digitale uitlezing van temperatuur, spanning en stroom. In DIN 96x48 behuizing. Analoge paneelmeters in DIN-behuizing 72, 96 en 144. Stroomtransformatoren voor DIN-rail.

Carlo Gavazzi Pantec
071-217014

klees electronics bv

Bouwerij 70
1185 XX Amstelveen
tel.: 020-43 43 51
tlx: 17199.

Genèvestraat 4, bus 9
1140 BRUSSEL
tel.: 02-24 24 52 5
tlx.: 20441 klees b

DALE ELECTRONICS
Hoogohmige Weerstanden type RNX, ROX

- **500 ohm - 30 Giga-ohm**
- **standaard 1, 2, 5 en 10% tolerantie**
- **200 ppm/°C stand. 100 ppm/°C leverbaar**
- **750 Volt - 45 KVolt**
- **0,25 - 10 Watt**
- **silicone coating**
- **vele equivalente types voor andere merken**
- **vlot leverbaar**

DALE

Wilt u meer informatie
tel.: 020-43 43 51

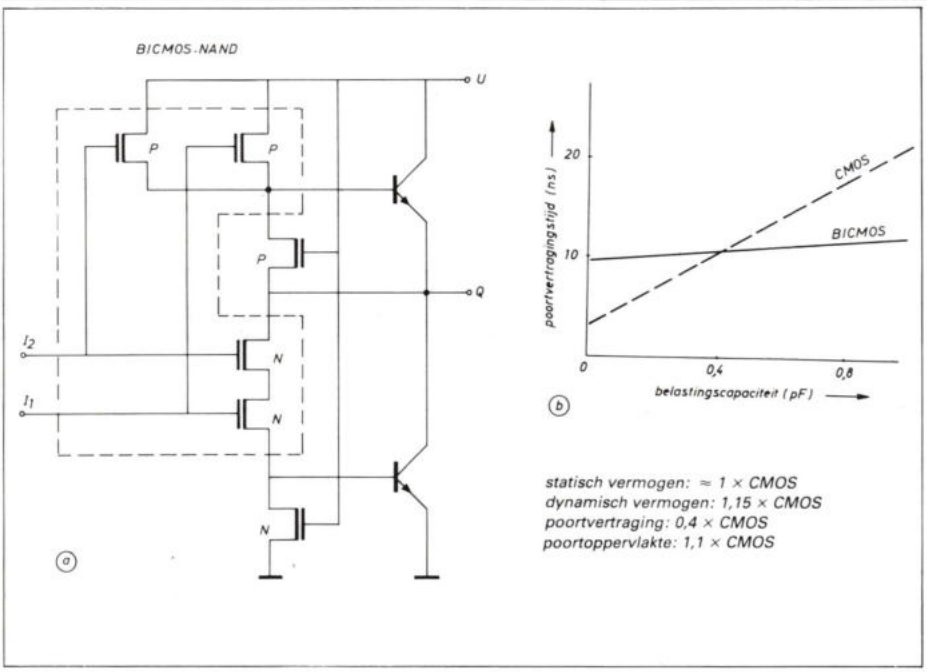


Fig. 7. Vergelijking van NAND-poort in CMOS- en in BICMOS-technologie. Zoals fig. (a) toont, vergt de uitbreiding een zuivere CMOS-schakeling naar BICMOS hier twee MOS-transistoren in de eigenlijke poortschakeling en twee bipolaire transistoren in de uitgangstrap. Fig. (b) vergelijkt de eigenschappen van BICMOS met een zuivere CMOS-schakeling.

systeemgedeelten de gunstigste combinatie van elektrische eigenschappen en fabricagekosten vertoont. Dit resulteert in een eenduidig verband tussen functies en optimale technologie, zoals weergegeven in tabel 3. Voedingen en referentiebronnen behoren onlosmakelijk tot het terrein van de bipolaire technologie. Evenzeer geldt dit voor hoogfrequent-versterkers en andere HF-functies zoals besturingstrappen voor interne IC-schakelingen of periferie.
CMOS is daarentegen de optimale integratietechnologie voor complexe statische en dynamische logica, S/C-filters *(„switch/capacitor"-filters)*, digitale filters en signaalschakelaars. Ook is CMOS de beste keuze voor integratie van interne testschakelingen.

Minder eenvoudig ligt de selectie bij functies zoals operationele versterkers, comparatoren, geheugens en digitale logica (poortschakelingen; flipflops e.d.). Hier bepaalt een combinatie van gewenste eigenschappen van geval tot geval welke technologie optimaal is. Belangrijke factoren zijn hierbij schakelsnelheid, nauwkeurigheid, vermogensdissipatie en pakkingsdichtheid. Dit geldt in het bijzonder voor complexere schakelingen zoals A/D-omzetters en D/A-omzetters. Werkelijke optimale systeemintegratie eist hier de mogelijkheid om in één IC de nauwkeurige, zeer snelle gedeelten in bipolaire technologie en de elektronische schakelaars en digitale logica in CMOS uit te voeren.

BICMOS-SCHAKELTECHNIEK

Afgezien van bovengeschetste perspectieven kan een combinatietechnologie voor ruimtebesparende CMOS-logica en snelle bipolaire transistoren ook voordelen bieden voor volledig digitale functies. Fig. 7a toont de schakeling van een aldus gerealiseerde NAND-poort met twee ingangen; fig. 7b vergelijkt de eigenschappen met een zuivere CMOS-schakeling. Zoals blijkt uit het linkerdeel van het schema, vergt de uitbreiding tot BICMOS voor een conventionele uit vier MOS-transistoren bestaande CMOS-NAND in totaal vier extra transistoren. Twee daarvan zijn MOS-typen die voor rekening komen van de poortschakeling; de andere twee zijn bipolaire transistoren, opgenomen in de uitgangstrap.
Uit fig. 7b blijkt duidelijk de winst die dit oplevert in termen van capacitieve belastbaarheid. BICMOS vertoont een poortvertraging die in sterke mate onafhankelijk is van de belastingscapaciteit. Bij belasting met 1 pF bedraagt de poortvertraging nog slechts 40% van die bij een identiek gedimensioneerde CMOS-poort. Naarmate de belasting toeneemt, wordt dit voordeel steeds groter. Natuurlijk moet men voor dit voordeel ook een prijs betalen. Is het in rust opgenomen vermogen bij beide technologieën gelijk, het dynamisch vermogen van BICMOS is ongeveer 15% hoger. Verder volgt uit het voorgaande dat een NAND-poort in BICMOS het dubbele aantal transistoren vereist. In de praktijk is dit gelukkig ook geen drama. Bij een goede dimensionering van de configuratie valt de poortschakeling slechts circa 10% groter uit dan de CMOS-versie.

Al met al is de verregaande onafhankelijkheid van de belastingscapaciteit een groot voordeel bij het geautomatiseerd ontwerpen van complexe logica in de vorm van standaardcellen of gate-arrays. Dit levert namelijk minder stringente ontwerpregels op voor het positioneren van de cellen en het vervolgens genereren van het bedradingsontwerp.

NEP EN PEP

Er zijn verscheidene methoden bekend om een huwelijk te sluiten tussen een bipolaire technologie en CMOS. Voor analoge toepassingen, in het verleden het exclusieve domein van de bipolaire halfgeleiders, ontwikkelde *RCA* in 1973 het zgn. *BIMOS*-proces. Het kenmerk van dit proces was een uitbreiding van een bipolaire standaardtechnologie door een PMOS-transistor, ondergebracht in de N-epitaxielaag, en een NMOS-transistor in een additionele p-put. Voor digitale applicaties werd de CMOS-technologie in 1974 uitgebreid met een verticale zelfjusterende bipolaire transistor in één put.

Bij beide benaderingen moest men echter, wegens de problematische compatibiliteit van de fabricageprocessen voor bipolaire en unipolaire halfgeleiders, een aantal compromissen op de koop toe nemen. Daarom manifesteerden de hieruit voortgekomen produkten zich nagenoeg uitsluitend in enkele specifieke gebieden. Gedurende de laatste jaren is echter een duidelijk toenadering tussen bipolaire en unipolaire processen ontstaan. Consequente toepassing van ionenimplantatie als doteringstechniek en het gebruik van polysilicium voor verbindingslagen hebben hieraan in belangrijke mate bijgedragen. Zo- ▷

BICMOS en BICMOS

Voor velen zal de term BICMOS waarschijnlijk al een bekende klank hebben, wellicht door kennisneming van het artikel *„BICMOS: bipolair en CMOS in één"*, dat in oktober j.l. in dit tijdschrift verscheen *(E85/20, p. 77)*. Zoals de titel aangeeft, beschreef deze korte publikatie een halfgeleidertechnologie met overeenkomstige oogmerken als de *Telefunken*-variant die op deze pagina's uit de doeken wordt gedaan. Het bewuste artikel in onze tweede oktober-editie beschreef namelijk een ontwikkelingsproject dat weliswaar ook de naam BICMOS draagt, maar dat overigens vaart onder een heel andere – zij het eveneens Europese – vlag. Laatstgenoemd project wordt uitgevoerd in het kader van het door de EG gesubsidieerde ESPRIT-programma. Participanten hieraan zijn *Philips* en *Siemens*, in samenwerking met de universiteiten van Stuttgart en Dublin.

Geheel los van ESPRIT werkt de in Heilbronn (BRD) gevestigde halfgeleiderfabrikant *Telefunken electronic* op eigen kracht aan een tweetal technologieën voor gemengd analoge/digitale IC's. De eerste daarvan is op deze pagina's aangeduid als UHF/bipolair, de tweede wordt BICMOS genoemd. Vergelijking van de voorlopige beschrijving van de ESPRIT-variant met de tweede BICMOS-generatie zoals beschreven in bijgaand artikel, leert dat beide benaderingen in eerste opzet grote technologische verwantschap vertonen.

THEMANUMMER

Digitale meters zonder voeding

NEWS VAN NEWPORT

Model 558
Veelzijdige meter
voor uitlezing van
stroomgevers

- duidelijk LCD display
- Voeding uit de 4–20 (of 10–50) lus
- Bipolair met dummy zero
- DIN kastje 48 x 96 mm

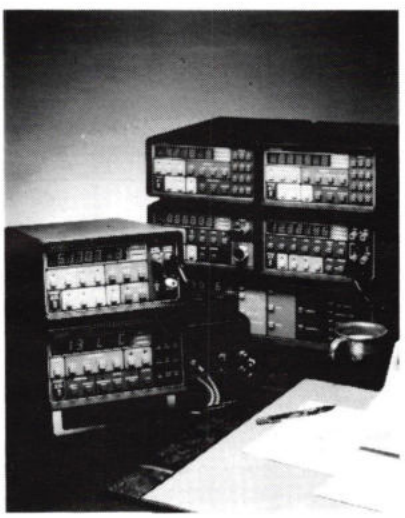
NEWPORT ELECTRONICS B.V.

Tel.: 02526-87381 Tlx: 71287
Postbus 105 2150 AC Nieuw-Vennep

Oók verkrijgbaar bij: Hitma – Uithoorn: 02975-68011, Rood – Rijswijk: 070-996360

MEETSYSTEMEN AUTOMATISEREN MET IEEE - 488 INSTRUMENTEN

Keithley biedt de juiste oplossing.



* **DIGITALE MULTIMETERS :** 5½ / 6½ digit, meetsnelheid tot 1.000.000 metingen / seconde, meetwaarde geheugen.
* **SCANNERS :** 20 en 100 kanalen voor : matrix, RF, low V, High V, low I high I, thermokoppel
* **STROOMBRONNEN :** stromen van 0,5 pA tot 10 A.
* **SPANNINGSBRONNEN :** spanningen van 50 uV tot 100 V.
* **ELECTROMETERS :** metingen vanaf ; 100aA, 10 uV, 10 fC, weerstand tot 10.000 TOhm.
* **NANOVOLTMETERS :** spanningen van 1 nV tot 1000 V.
* **COUNTER - TIMER :** 3 kanalen, meet van DC - 1 GHz, TCXO.
* **THERMOKOPPEL SCANNER :** 9 kanalen, direct in °C.

En alles volledig programmeerbaar!

KEITHLEY

Postbus 559 - 4200 AN Gorinchem
Tel. 01830 - 25577 Telex: 24684

40 JAAR PROFESSIONELE MEETINSTRUMENTEN.

MONTAGE SERVICE VOOR DE ELEKTRONIKA INDUSTRIE

Monteren van half- en eindprodukten
Enkelstuks en seriewerk
Inkoop komponenten

KWALITEIT IN ELKE KWANTITEIT

MET KORTE LEVERTIJD

APR **ELEKTRONIKA PRODUKTIE BV**

OOK VOOR OPPERVLAKTEMONTAGE (SMA)

Zomerland 28 4761 TC Zevenbergen tel. 01680 - 24400 telex 41605 APR

doende liggen de kansen om bij een aanvaardbare procescomplexiteit aan de compatibiliteitseisen te kunnen voldoen, aanzienlijk gunstiger dan voorheen. Als resultaat van deze vooruitgang komen momenteel echte VLSI-processen voor unipolaire/bipolaire halfgeleidercombinaties tot ontwikkeling. Deze processen maken gebruik van epitaxielagen en sterk gedoteerde begraven lagen, zowel voor het realiseren van bipolaire transistoren als van CMOS-transistoren.

Tot op heden zijn twee principieel verschillende technologieën verwezenlijkt, die de wat mystieke namen *NEP* en *PEP* dragen. Fig. 8 vergelijkt de receptuur van beide technologieën. Oppervlakkig beschouwd zijn de verschillen niet erg groot. In beide gevallen is sprake van een P-substraat, waarin afwisselend P-gebieden en N-gebieden zijn aangebracht. Een NEP-structuur bevat PMOS- en NPN-transistoren in een N-epitaxielaag en p-putten voor NMOS-transistoren en het isoleren van de bipolaire transistoren.

PEP-structuren zijn daarentegen opgebouwd uit een P-epitaxielaag die alleen de NMOS-transistoren bevat. PMOS-transistoren en beide typen bipolaire transistoren zijn hier zelfisolerend ondergebracht in n-putten. Het onderscheid tussen beide processen wordt bepaald door de tegenovergestelde doteringsvolgorde en komt tot uiting in het verloop van de concentratieprofielen en de PN-overgangen aan de scheidingsvlakken van de N- en P-gebieden. Voor alles echter, bestaan de verschillen tussen PEP en NEP uit de voor deze gebieden geldende absolute doteringsconcentraties.

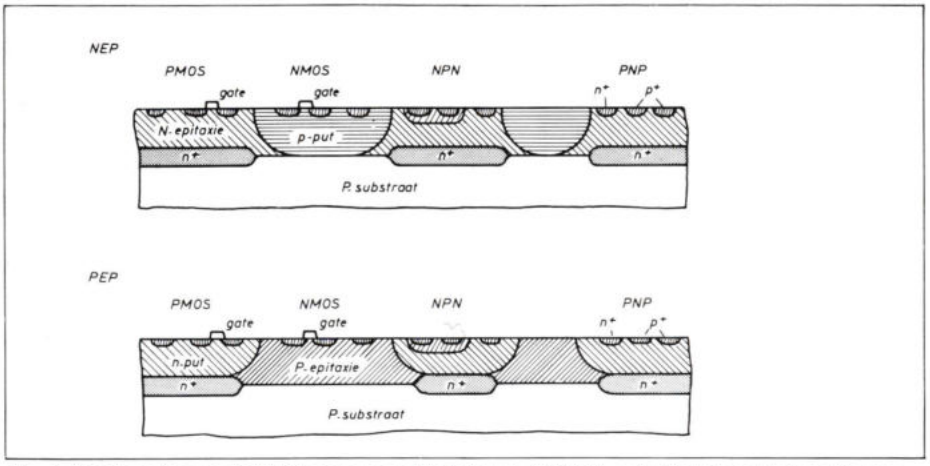


Fig. 8. Doorsnede van de VLSI-processen NEP (a) en PEP (b), ontwikkeld voor het realiseren van unipolaire/bipolaire halfgeleidercombinaties. De PEP-variant vormt de basis voor het bij Telefunken electronic in ontwikkeling zijnde BICMOS-procesconcept.

Een noodzakelijke voorwaarde voor het beheersen van de complexe processtappen voor de BICMOS-technologie is het toepassen van ionenimplantatie inplaats van de vroegere diffusieprocessen. Telefunken electronic installeerde daarom deze ionenimplanteur met automatisch wafer-laadstation. De installatie heeft een versnellingsspanning van meer dan 100 000 V en is in staat tot enkele 10^{16} verontreinigingsatomen per vierkante centimeter in een 100 mm-wafer te schieten. Dit proces vindt plaats bij kamertemperatuur en is de opvolger van de vroegere diffusiemethoden die een temperatuur van 1000 °C vereisten.

TECHNOLOGIE VAN BICMOS

Gebleken is dat de PEP-variant de beste papieren heeft om gunstige compromissen te verkrijgen tussen de eigenschappen van bipolaire transistoren en unipolaire CMOS-transistoren. Om deze reden koos *Telefunken electronic* PEP als basis voor het genoemde BICMOS-procesconcept, waarvan fig. 9 de doorsnede illustreert.

Evenals UHF/bipolair, wordt ook dit proces in twee fasen ontwikkeld. Als alles volgens plan verloopt, zal BICMOS-1 al tegen het einde van dit jaar naar de produktielijnen verhuizen. Deze procesgeneratie heeft structuren van 2 μm die men nog zonder waferstepper kan produceren. Intussen werkt men in de laboratoria aan een tweede versie waarvan de lithografische details de grens van het submicrometer-gebied zullen bereiken (1 μm of juist daaronder) en die eind 1988 gereed moet zijn.
Voor wat betreft het unipolaire aspect wordt uitgegaan van een NCMOS-structuur (CMOS met n-putten voor het realiseren van PMOS-transistoren). Als isolatiemethode is voor de eerste generatie het ook voor UHF/bipolair-1 toegepaste LOCOS-procédé gekozen. De bipolaire kant van de zaak lost men op door de lateraal

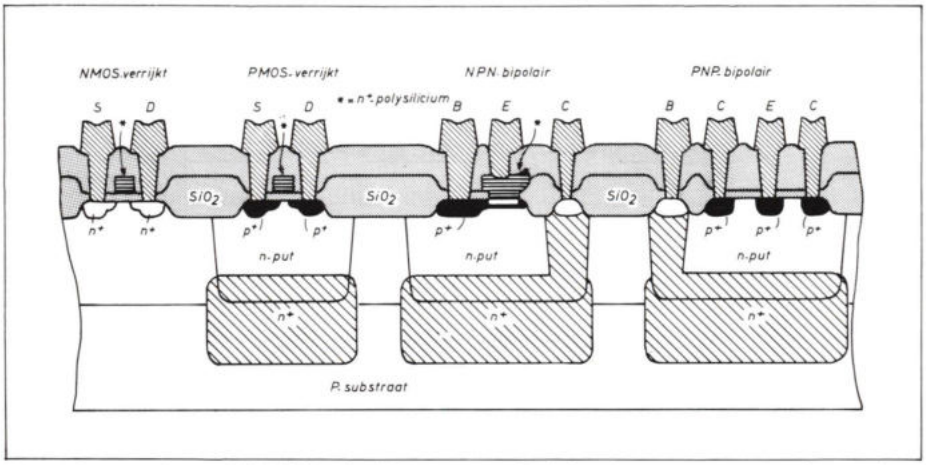


Fig. 9. Doorsnede van BICMOS-halfgeleiderstructuur. Behalve de aangegeven transistoren, kan men in deze structuur ook zenerdioden met verschillende zenerspanningen, weerstanden met hoge en lage waarden en (via een tweede polysiliciumlaag) en aardvrije capaciteiten aanbrengen. Inclusief LOCOS-isolatie en twee lagen polysilicium vergt het gehele eerstegeneratie-proces veertien maskerstappen. In een verder verschiet ligt de volgende BICMOS-generatie, waarvan de laterale structuurdimensies gehalveerd zullen zijn tot circa 1 µm en die zestien maskerstappen zal vereisen.

uitgevoerde PNP-transistoren en de verticale NPN-transistoren zelfjusterend aan te brengen in bijbehorende n-putten. Beide bipolaire transistortypen zijn zelfisolerend.

Met oog op het realiseren van complexe IC's met meer dan honderdduizend transistorfuncties, is de bereikbare reductie van de procescomplexiteit een belangrijk kenmerk van deze werkwijze. Het is namelijk mogelijk meervoudig gebruik te maken van dezelfde deelprocessen voor de bipolaire en unipolaire componenten. Zo zijn de transistoren dusdanig op het kristal gerangschikt, dat de n-put van een PMOS-transistor tegelijkertijd dient als actieve collector voor een NPN-transistor en als basisgebied van een PNP-transistor. Voorts vindt het aanbrengen van de n^+- en p^+-aansluitzones van de bipolaire en unipolaire structuren gelijktijdig plaats. Het n^+-gedoteerde polysilicium dient als MOS-gate en tevens als diffusiebron voor het vormen van de emitters van de NPN-transistoren.

Als ongewenst bijprodukt zijn in het halfgeleiderkristal verticale NPN- en PNP-transistoren aanwezig. Deze vormen inwendige PNPN-structuren en daarmee in feite parasitaire thyristoren. Deze kunnen onder invloed van externe condities spontaan doorschakelen en dan de desbetreffende CMOS-transistoren kortsluiten *(latchup-effect)*. Vooral bij omschaling naar kleinere structuren verdient dit probleem grote aandacht. Tegenmaatregelen bestaan bij BICMOS uit vermindering van de putweerstand en verslechtering van de stroomversterking van de parasitaire transistoren. Daartoe is tussen de n-putten en het P-substraat de begraven n^+-laag aangebracht, die overigens een tweeledig doel heeft. Behalve een reductie van *latchup*-effecten aan CMOS-zijde, verbetert deze laag namelijk ook de eigenschappen van de bipolaire transistoren.

Afgezien van de in fig. 9 aangegeven actieve componenten, kan men in een BICMOS-schakeling ook zenerdioden met verschillende zenerspanningen, weerstanden met hoge en lage waarden en (via een tweede polysiliciumlaag) ook aardvrije capaciteiten onderbrengen. Inclusief LOCOS-isolatie en twee lagen polysilicium vergt het gehele proces veertien maskerstappen.

– Eigenschappen van BICMOS-1

Tot nu toe in BICMOS-1 gerealiseerde NPN-transistoren vertoonden een afsnijfrequentie boven 1 GHz met een nominale waarde in de buurt van 1,5 GHz. Momenteel wordt gewerkt aan het optimaliseren van het CMOS-gedeelte; volgens de doelstelling moeten de CMOS-poorten een poortvertragingstijd van 2 ns bereiken, voor een *fan-out* van 1. Door toevoeging van een bipolaire eindtrap zoals in fig. 7a zijn zelfs aanmerkelijk gunstigere poortvertragingstijden mogelijk.

Programmering van een volledig programmeerbare installatie voor reactief ionen-etsen. Om de kleine BICMOS-structuren met de noodzakelijke reproduceerbaarheid en definitie van de verticale ribprofielen te kunnen vervaardigen, zal Telefunken electronic deze etsmethode toepassen inplaats van nat etsen of plasma-etsen.

Tabel 4. Technische kenmerken van eerste en tweede generatie BICMOS.

	BICMOS I	BICMOS II
kleinste lithografische details	≤ 2 µm	1 µm
epitaxydikte	4 ... 5 µm	1,5 µm
isolatietechniek	LOCOS	trench
aantal verbindingslagen	2 (polysilicium)	3 ... 4 (metaal)
afsnijfrequentie	> 1 GHz (NPN)	> 2 GHz (NPN)
werkfrequentie	> 500 MHz (NPN)	> 1 GHz (NPN)
poortvertragingstijd	< 2 ns (CMOS)	< 1 ns (CMOS)
pakkingsdichtheid (componenten per mm²)	$3 \cdot 10^3$ (CMOS)	10^4 (CMOS)
aantal maskerstappen	14	16

Omdat de pakkingsdichtheid van de CMOS-structuren aanzienlijk gunstiger is dan die van de bipolaire structuren, is deze voor gemengde schakelingen niet eenduidig te specificeren maar afhankelijk van het type schakeling. Als richtlijn geldt voor zuivere CMOS-schakelingen bij minimale geometrieën van 2 µm een pakkingsdichtheid van ongeveer 3000 transistoren per mm².

BICMOS-2

Ook BICMOS-2 is bestemd voor monolithische integratie van geavanceerde ana-

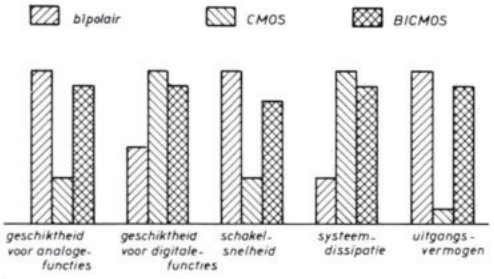


Fig. 10. Relatieve prestatievergelijking tussen de integratietechnologieën bipolair, CMOS en BICMOS.

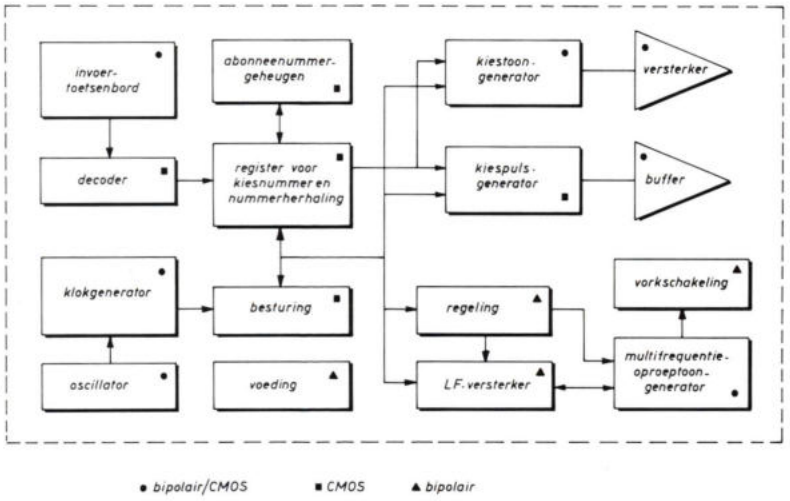
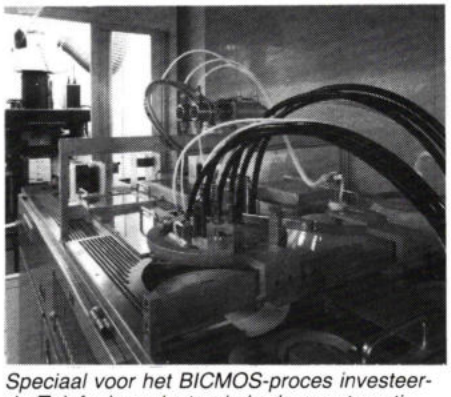


Fig. 11. Voorbeeld van de mogelijkheden voor analoge/digitale systeemintegratie met BICMOS. Deze figuur toont het blokschema van een geïntegreerde schakeling die alle elektronische functies van een modern telefoontoestel bevat. Om een optimaal ontwerp te verkrijgen zijn hierin zowel pure CMOS-delen, bipolaire delen en in een combinatie van bipolair en CMOS uitgevoerde gedeelten opgenomen.

loge en complexe digitale functies. Zoals gezegd, zullen de lithografische details hier hooguit 1 μm meten. Uiteraard is ook een omschaling van de laagdikten noodzakelijk. Ligt de dikte van de epitaxielaag bij BICMOS-1 tussen 4 en 5 μm, de tweede generatie vereist een reductie tot circa 1,5 μm. Voorts zal men hier geen LOCOS-isolatie toepassen doch, evenals bij UHF/bipolair-2, uitgaan van het trench-procédé. Door kanaallengten van circa 1 μm zijn poortvertragingstijden onder 1 ns bereikbaar. De voor de CMOS-transistoren toelaatbare voedingsspanning zal liggen tussen 1,2 V en 3 V, desgewenst geleverd vanuit een geïntegreerde bipolaire spanningsstabilisator.

Ten opzichte van de eerste generatie, blijven de bipolaire transistoren vrijwel ongewijzigd; de inspanningen richten zich hier op betere hoogfrequent-eigenschappen door optimalisering van geometrie en doteringsprofiel. Hierdoor zal de afsnijfrequentie boven 2 GHz komen en wordt voor analoge trappen een werkfrequentie tot 1 GHz mogelijk. Desondanks laten de verschillende doorslagspanningen voor de bipolaire transistoren een voedingsspanning van 5 V toe.

Welke verbeteringen de genoemde modificaties moeten opleveren, wordt duidelijk uit tabel 4, waarin de belangrijkste eigenschappen van de twee BICMOS-generaties naast elkaar zijn geplaatst. Ter vergroting van de pakkingsdichtheid en ter reductie van de invloed van de bedrading op de systeemeigenschappen wil men nog tenminste één extra metallisatielaag realiseren. We zien dat dit in combinatie met de structuurverkleining voor zuivere CMOS-schakelingen een pakkingsdichtheid zal opleveren van ongeveer 10^4 componenten



Speciaal voor het BICMOS-proces investeerde Telefunken electronic in deze automatische fotolakstraat, bestaande uit stations voor het gelijkmatig aanbrengen van verscheidene lagen fotolak voor uitharding, sproei-ontwikkeling en temperatuurstabilisatie. Op de achtergrond is de als waferstepper uitgevoerde belichtingsinstallatie te herkennen. Deze kan door een 1 : 10 reductie structuren kleiner dan eenduizendste millimeter vanaf een fotomasker op de siliciumschijf projecteren, met een positioneringstolerantie die nog een factor 10 kleiner is.

per mm^2. Gezien de grotere procescomplexiteit met zestien maskerstappen, is de complexiteit van een pure MOS-schakeling echter niet bereikbaar. Ruim 100 000 transistoren op één kristal zal echter zeker tot de mogelijkheden behoren.

Als BICMOS-2 gereed is voor overdracht naar de produktielijnen, schrijven we volgens het tijdschema van *Telefunken electronic* het laatste kwartaal van 1988.

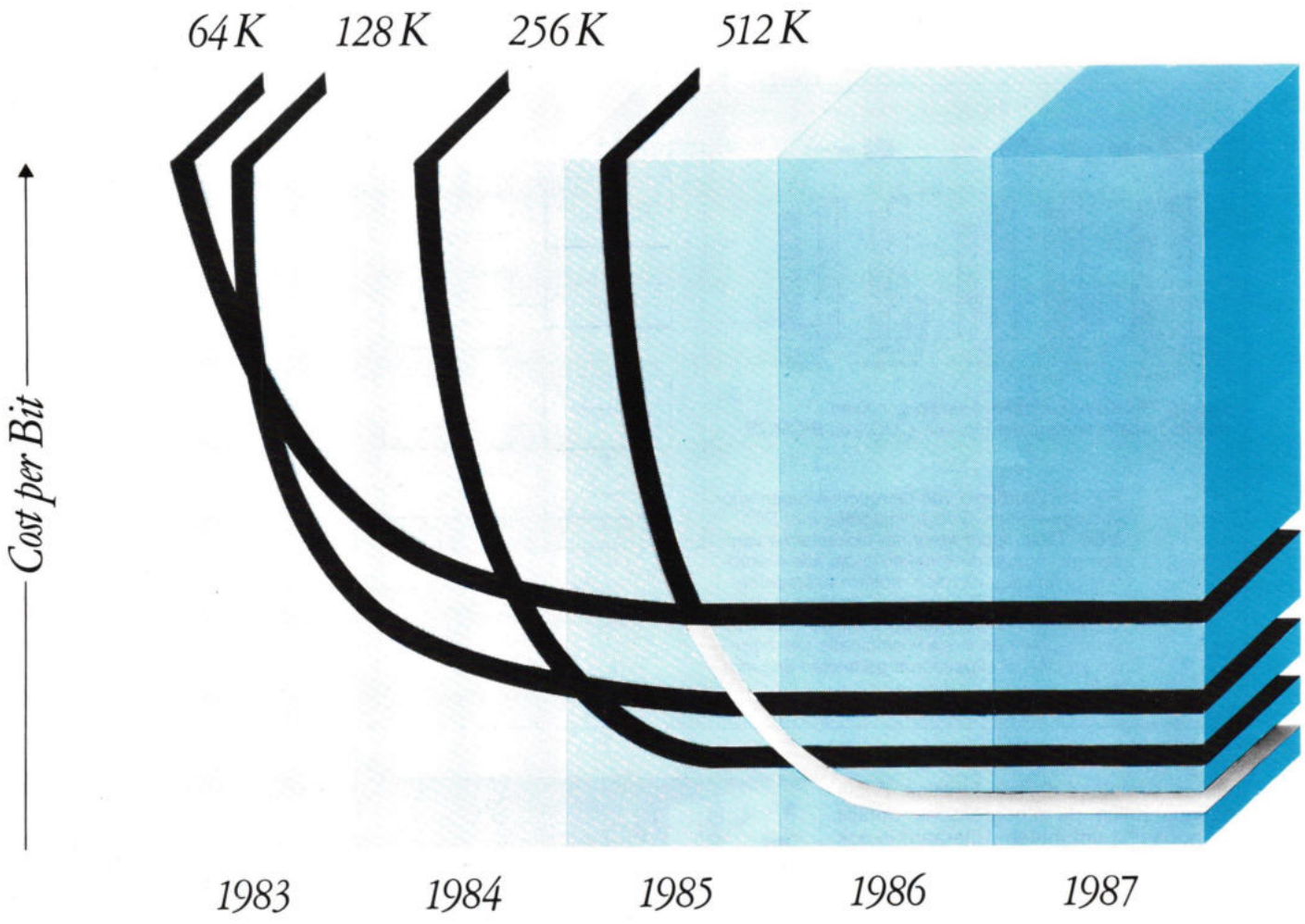
SAMENVATTING

Het tijdperk van VLSI gaf de IC-ontwerper de technische faciliteiten om een ongekende hoeveelheid elektronische componenten samen te ballen op een siliciumkristal met zijden van slechts enkele millimeter. Vooral de digitale techniek heeft van de grote complexiteit van VLSI kunnen profiteren. Complexe microprocessoren en grote geheugens zijn daarvan goede voorbeelden. Nu omvat het grote terrein van de elektronica veel meer dan alleen de zuiver digitale techniek. In veel elektronische systemen is zelfs de analoge wereld de spil waar alles om draait. Verdere zinvolle systeemintegratie zal daarom mogelijk zijn door geschikte integratietechnologieën om analoge en digitale schakelingen op één kristal te verenigen. De in dit artikel behandelde varianten UHF/bipolair en BICMOS geven een paar richtingen aan waarin de halfgeleiderindustrie probeert aan deze wens te voldoen.

Duidelijker dan veel woorden kunnen zeggen, geeft fig. 10 in grafiekvorm een samenvattend beeld van de relatieve verschillen tussen bipolair, CMOS en BICMOS. We zien in deze figuur de technische criteria die een hoofdrol spelen bij de keuze van de integratietechnologie voor een specifieke elektronische functie. Aansluitend bij het eerder behandelde voorbeeld, toont het blokschema in fig. 11 tenslotte hoe BICMOS kan dienen om alle inwendige elektronica van een modern telefoontoestel in één geïntegreerde schakeling te huisvesten.

□

Bronnen:
[1]P. Sieber: *„Telefunken electronic auf dem Weg zur Submikron-Technologie"*, voordracht 3e jaarlijkse persconferentie Telefunken electronic, Braunau am Inn, september 1985.
[2]P. Sieber, J. Arndt: *„BICMOS – eine Bipolar-/CMOS-kombinationstechnologie zur realisierung komplexer Analog-Digitalsysteme"*, voordracht 20e Technisches Presse-Colloquium, AEG, West-Berlijn, oktober 1985.



EPROM = INTEL

Intel is synoniem met:

- De eerste EPROM 1702A in 1972.
- Meer dan 500.000 stuks 27512 (64Kx8) geleverd tot op heden.
- De 1Mbit EPROM in drie verschillende uitvoeringen uit voorraad medio 1986.
- Quick-Pulse algorithme waardoor de 27256 programmeertijd wordt verminderd van 5 minuten naar 4 sekonden.
- Plastic EPROMs voor het reduceren van produktiekosten.
- CHMOS versies voor laag vermogen.

Hoe zijn en blijven wij Uw belangrijkste leverancier?

BIJV. DOOR PRIJSSTELLING!

Zogenaamde learningcurves tonen dat opeenvolgende EPROMs bitprijs konkurrerend zijn binnen 2 jaar. Ons voorstel is simpel. Begin nu met de 27512 (64Kx8) of 27513 (16Kx8x4), onze prijs zal U overtuigen.

Voor deze EPROMs projekteren wij 45 gulden als volumeprijs voor de tweede helft van 1986. Om snel tot zaken te komen leveren wij U nu 2 samples van de 27512 of 27513 voor deze prijs.

Koop nu Uw 27512 / 27513 sample voor de prijs van morgen!

Vul de bon in voor meer informatie.

intel

BON voor informatie over EPROMs

Naam :
Bedrijf :
Afdeling :
Adres :
Postkode :
Plaats :
Telefoon :

85A313

Bon naar Intel Semiconductor (Ned) B.V.
Antwoordnummer 3240
3000 BW ROTTERDAM

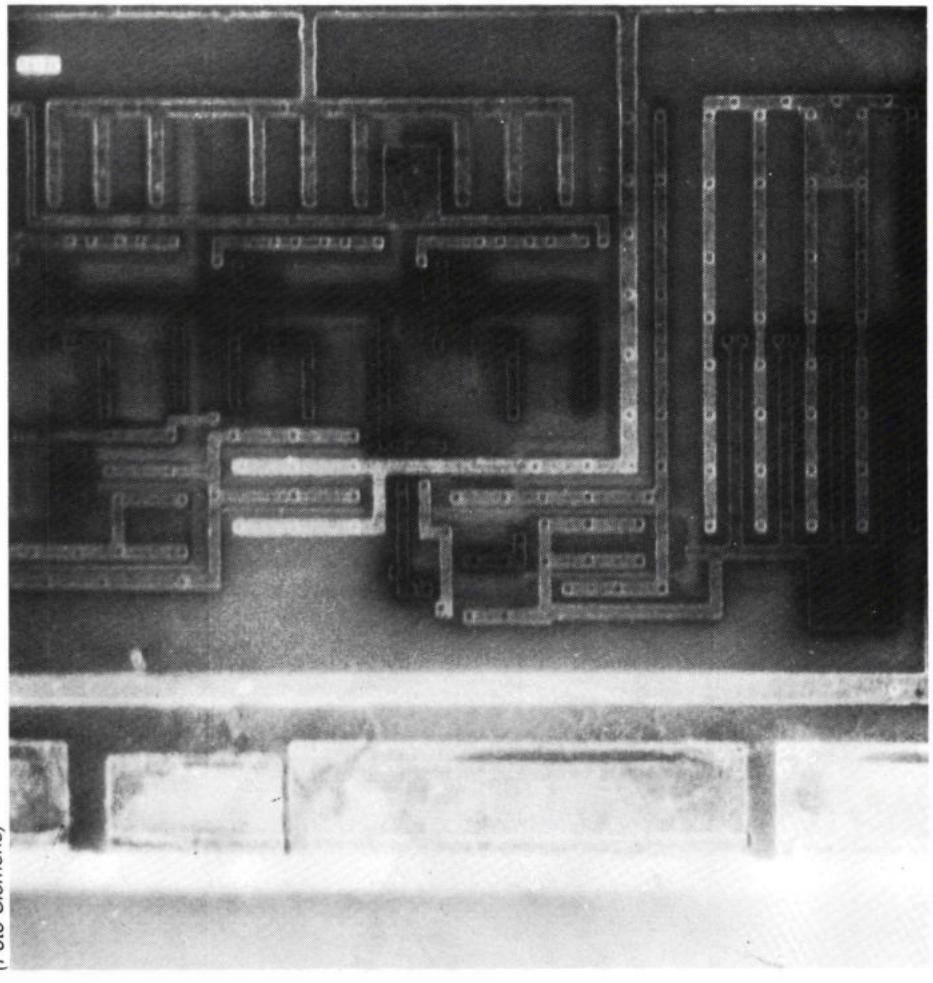
Een postzegel is niet nodig.

☐ **Intel Semiconductor (Ned) B.V.**
ROTTERDAM
010-212377

☐ **Intel Corporation S.A.**
BRUSSEL
02-6610711

☐ **Koning en Hartman Elektrotechniek BV**
DELFT
015-609906

☐ **Inelco N.V.**
BRUSSEL
02-2160160



(Foto Siemens)

Elektronenbundel als meetpen voor IC's

Elektrische functies in binnenste van het IC geanalyseerd

Bij de ontwikkeling en fabricage van geïntegreerde schakelingen is het niet alleen noodzakelijk de materiaaleigenschappen te beproeven maar ook de elektrische functies te analyseren. Dit proces begint met een elektrische beproeving via de externe aansluitingen van het IC met behulp van een automatische IC-tester. Omdat het aantal externe aansluitingen in verhouding tot de vele componenten en verbindingssporen in het binnenste van het IC zeer klein is, zijn op deze manier niet alle zwakke plekken te detecteren en te lokaliseren. Ook het zoeken van de oorzaak van een storing kan veelal niet via de externe aansluitingen. In dergelijke gevallen kunnen alleen metingen in het binnenste van de geïntegreerde schakelingen verder helpen. Hiervoor zijn op dit moment drie typen meetsonden te gebruiken: de mechanische meetpen, de elektronensonde en de lasersonde. In dit artikel wordt alleen ingegaan op de elektronensonde, waarbij zich de uitvoeringen concentreren op het afbeelden van spannings- en frequentietoestanden, alsmede het meten van frequentie- en spanningsverlopen.

Voor het analyseren van elektrische functies in het inwendige van IC's is een drietal meetsonden ontwikkeld: de mechanische meetpen, de elektronensonde en de lasersonde [1]. Om de ontwikkeling van de *elektronenbundel-meettechniek* in het algemeen en in het bijzonder in de ontwikkelingslaboratoria aan te geven, zijn in tabel 1 in chronologische volgorde de mijlpalen vermeld met de daarbij behorende publikaties [2] ... [20]. Zoals hieruit blijkt, zijn de publikaties verspreid over zeer verschillende tijdschriften en congresboeken. Daarom wordt gewezen op vijf overzichtsartikelen, die in 1983 in het tijdschrift *Scanning* over dit onderwerp zijn verschenen [21] ... [25]. Verder zal binnenkort van de hand van H. Rehme een overzichtsartikel over elektronenbundel-meettechniek verschijnen in de serie *Halbleiterelektronik* [26].

De methoden en apparaten voor de elektronenbundel-meettechniek zijn niet beperkt tot de analyse van nieuw te ontwikkelen geïntegreerde schakelingen. Ze zijn ook te gebruiken voor foutenanalyses van reeds ontwikkelde schakelingen [27],[28]. Het doel van dit artikel is de werkwijze bij de analyse van IC's te verduidelijken mede door middel van praktische voorbeelden. Omdat het gebied van de elektronenbundel-meettechniek zeer omvangrijk is, wordt slechts kort ingegaan op het potentiaalcontrast, de stroboscopie en de spanningsmeting. Van de vele bekende technieken zijn slechts die vijf uitvoerig beschreven, die doeltreffend bleken in de praktijk. Vermeld dient te worden, dat drie van deze technieken ontwikkeld zijn in de ontwikkelingslaboratoria van *Siemens*. In het hoofdstuk „elektronenbundel-meetapparatuur" zijn twee concepten behandeld, die dienden als basis voor het commercieel verkrijgbare elektronenbundel-meetapparaat van *Integrated Circuit Testing (ICT) GmbH*.

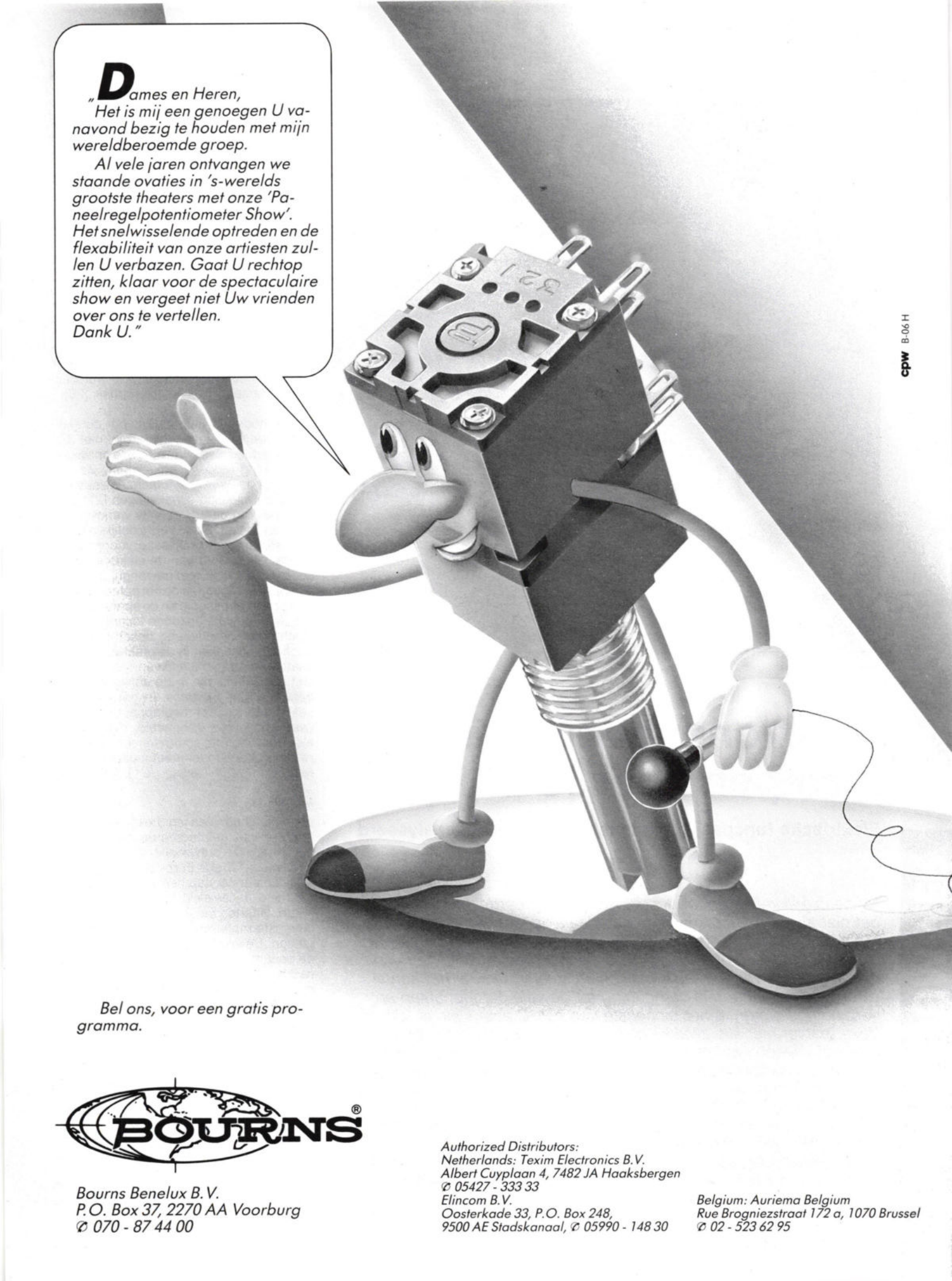
METHODE

In de afgelopen tien jaar heeft zich voor de analyse van geïntegreerde schakelingen een werkwijze ontwikkeld die, zoals weergegeven in tabel 2, in zes stappen verloopt [27]. De eerste stap bestaat er uit de testbaarheid met de elektronensonde te verzekeren. Daartoe moeten meetvlakken in de bovenste metalliseringslaag worden vastgelegd. Belangrijk voor latere analyse zijn de benaming en de opgave van de coördinaten van de meetvlakken. Omdat deze meetvlakken niet groter hoeven te zijn dan de met de ontwerpregels overeenkomende contactplaatsen, zijn in de meeste gevallen geen extra vlakken benodigd.

Is het „eerste silicium" van een nieuw IC-ontwerp beschikbaar, dan wordt deze in de tweede stap via de externe aansluitingen getest. Worden hierbij fouten of zwakheden gevonden die niet zijn te lokaliseren, dan moet de analyse met behulp van de elektronenbundel-meettechniek volgen.

De derde stap bestaat uit het prepareren van de gemonteerde geïntegreerde scha- ▷

THEMANUMMER



BOURNS®

Bourns Benelux B.V.
P.O. Box 37, 2270 AA Voorburg
✆ 070 - 87 44 00

Authorized Distributors:
Netherlands: Texim Electronics B.V.
Albert Cuyplaan 4, 7482 JA Haaksbergen
✆ 05427 - 333 33
Elincom B.V.
Oosterkade 33, P.O. Box 248,
9500 AE Stadskanaal, ✆ 05990 - 148 30

Belgium: Auriema Belgium
Rue Brogniezstraat 172 a, 1070 Brussel
✆ 02 - 523 62 95

Jaar	Ontdekking, invoering van	Literatuurverwijzing
1957	potentiaalcontrast	[2]
1968	stroboscopische potentiaalcontrastafbeelding	[3]
1968	spanningsmeting	[4]
1975	voltage coding	[5]
1975	meting van spanningsverlopen in DRAM's	[6]
1976	kwantitatief potentiaalcontrast bij hoge frequenties	[7]
1977	wafertester in rasterelektronenmicroscoop	[8]
1977	schatting van de minimaal meetbare spanning	[9]
1978	mini-testkamer	[10]
1978	meting van het leessignaal in een 4-Kbit DRAM	[11]
1979	nieuwe tegenveld-spectrometer	[12]
1980	elektronenbundel-meettechniek aan microprocessoren	[13]
1980	elektronensonde met minder energie (≦1 keV)	[14], [15]
1980	functietest aan bipolaire geïntegreerde schakelingen	[16]
1982	automatisch testen van VLSI-schakelingen met de rasterelektronenmicroscoop	[17]
1983	expertsystemen in de elektronenbundel-meettechniek	[18]
1984	capaciteif potentiaalcontrast	[19]
1984	frequentievolgmethode en spectrumbeeld	[20]

Tabel 1. Mijlpalen in de ontwikkeling en toepassing van de elektronenbundel-meettechniek voor de analyse van geïntegreerde schakelingen.

Tabel 2. Werkwijze bij de analyse van hooggeïntegreerde schakelingen met het elektronenbundel-meetapparaat.

Handeling	Uitvoering
ontwerp voor testbaarheid	voorzien van meetvlakken voor de elektronensonde in de bovenste metaliseringslaag met opgave van naam en coördinaten
vaststellen en begrenzen van de fout	karakterisering met behulp van een automatische IC-tester
preparatie	vrijleggen van IC-oppervlakte en verwijderen van passivatielaag, reproduktie van ontdekte fouten met het elektronenbundel-meetapparaat
lokalisatie	vervaardigen van logicabeelden en beelden volgens de frequentiesvolgmethode
kwantificering	meting van spanningsverlopen en frequenties
verificatie	vergelijking tussen gemeten en gesimuleerde waarden

keling of de wafer. Daarbij moet de preparatie zodanig plaatsvinden, dat de bovenste metaliseringslaag wordt vrijgelegd. Na preparatie moet worden gewaarborgd, dat de te analyseren schakeling ook bij de meting in het elektronenbundel-meetapparaat dezelfde fout of zwakheid vertoont [25].

De volgende drie stappen – lokalisatie, kwantificering en verificatie – worden hierna uitvoerig behandeld. Eerst volgt echter een beschrijving van het principe van het potentiaalcontrast en de spanningsmeting.

POTENTIAALCONTRAST EN SPANNINGSMETING

Het principe van het potentiaalcontrast is te verduidelijken aan de hand van fig. 1. Deze figuur toont in het onderste gedeelte vier geleidende (aluminium)sporen van een te testen schakeling, waaraan verschillende potentialen zijn aangelegd. Als meetresultaat van de elektronenbundel-meettechniek zijn de sporen met een potentiaal van 0 V helder afgebeeld, het tweede spoor van links met een potentiaal van 5 V donker.
De verklaring voor dit verschillende contrast geeft het bovenste deel van de figuur, waarin de equipotentiaallijnen boven de vier geleidende sporen zijn weergegeven. Niet getekend is de primaire elektronenbundel, die rond de vier geleidende sporen evenveel secundaire elektronen (SE) veroorzaakt. De secundaire elektronen uit het rechter spoor (0 V) kunnen allen de detector bereiken. De beeldbuis licht in dit geval helder op. Van de secundaire elektronen uit het positieve spoor (5 V) kunnen slechts enkele secundaire elektronen het tegenveld van 5 V – 0,73 V = 4,27 V overwinnen en de detector bereiken. In dit geval wordt de beeldbuis donker gestuurd. Dit zeer duidelijke contrast noemt men het potentiaalcontrast *('voltage contrast')*.

Statische toestanden en langzaam verlopende processen (tot ongeveer 20 Hz) in een geïntegreerde schakeling zijn op deze wijze direct te bekijken. Sneller verlopende processen beïnvloeden echter eveneens de secundaire elektronenstroom en zijn met behulp van een geschikte methode (bijvoorbeeld *'voltage coding'*) zichtbaar te maken. De als SE-detector gebruikelijke combinatie van een scintillator en fotovermenigvuldiger kan slechts signaalveranderingen detecteren met frequenties tot 3 ... 10 MHz. Om ook snellere periodieke veranderingen te kunnen afbeelden en onderzoeken, maakt men gebruik van een *stroboscopische afbeeldingstechniek*. Daarbij „belicht" men het te beproeven schakelingsgedeelte periodiek op een vast tijdstip met een korte elektronenpuls en maakt daardoor de schakeltoestand van het IC op dat tijdstip zichtbaar. Het bereikbare oplossend vermogen in de tijd is hierbij alleen bepaald door de tijdsduur van de elektronenpuls.

Het potentiaalcontrast is van de schakeltoestanden van de naburige geleidende sporen afhankelijk. Daardoor is deze methode niet geschikt voor de meting van spanning. Bij de spanningsmeting maakt men daarom gebruik van het feit dat de energie van de door het geleidende spoor geëmitteerde secundaire elektronen verandert door het potentiaal van het spoor. Deze verandering is te bepalen met behulp van een *tegenveld-spectrometer*. Om bij het bepalen van het spanningsverloop een hoge resolutie in de tijd te bereiken gebruikt men wederom een stroboscopische meetmethode [11], [12], [23].

LOKALISATIE

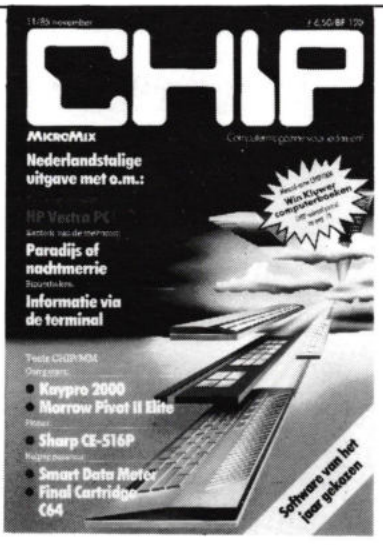
Hierna volgt een beschrijving van drie lokalisatiemethoden die goed bruikbaar zijn gebleken: *'voltage coding', logicabeeld* en de ▷

MKB

,,De computer in het midden- en kleinbedrijf (MKB)''

In het maartnummer van CHIP/MM zal een special worden opgenomen onder de titel **,,De computer in het midden- en kleinbedrijf''.** Het gaat nog maar schoorvoetend met de automatisering in deze grote en gevarieerde bedrijfstak. Hoe staat het er nu werkelijk mee? CHIP/MM speurt het na, en doet verslag.

Wanneer is men in een bedrijf zover, dat er serieus aan een eenvoudige vorm van automatisering kan worden gedacht? Wat komt daarbij kijken? Moet men kopen, of beter leasen? Zelf doen of uitbesteden? En wie moet er worden geraadpleegd als het misgaat?
Vragen genoeg en CHIP/MM wil daarop het antwoord geven. Eenvoudig en begrijpelijk.



Heeft u het MKB op weg naar zijn automatisering iets te bieden? Hardware, software, diensten, maak dit dan kenbaar in het maartnummer van CHIP/MM. Onze advertentie-afdeling kan u precies vertellen wat de mogelijkheden zijn. Bel met Joop van Leeuwen,

tel.: 05700 - 91716

DUGRAS DUGRAS DUGRAS

DUGRAS DUGRAS DUGRAS DUGRAS DUGRAS

DUGRAS DUGRAS DUGRAS DUGRAS DUGRAS

Gedrukte bedrading

(professioneel)

Van de eenvoudigste enkelzijdige tot de meest ingewikkelde dubbelzijdige
DOORGEMETALISEERDE
prints.

Snelle levering, gunstige prijzen. Ideaal voor uw proefprint.

DUGRAS BV

Postbus nr. 32 tel. 03429 - 20 23*
3780 BA VOORTHUIZEN (Gld.)

DUGRAS DUGRAS DUGRAS

DELIFRENE®

REINIGINGSVLOEISTOFFEN OP BASIS VAN FC 113 (= TRICHLOORTRIFLUORETHAAN).
ZOWEL PUUR ALS IN DIVERSE MENGSELS VERKRIJGBAAR. IN VATEN VAN 25, 85 en 300 KG.
VERWIJDERT FLUXRESTEN NA HET SOLDEREN VAN O.A. PRINTPLATEN.

GALDEN®

PERFLUORINATED FLUIDS

VAPOUR FASE VLOEISTOF VOOR DE BESTE SOLDEERTECHNIEK BIJ SURFACE MOUNTED ASSEMBLY. TEMPERATUURBEREIKEN VAN 210, 230 EN 260 GRADEN CELSIUS.

VOOR VERDERE INLICHTINGEN:

A.C.T.

Applied Chemical Technologies
Bozenhoven 102
3641 AH Mijdrecht
tel. 02979 - 2401

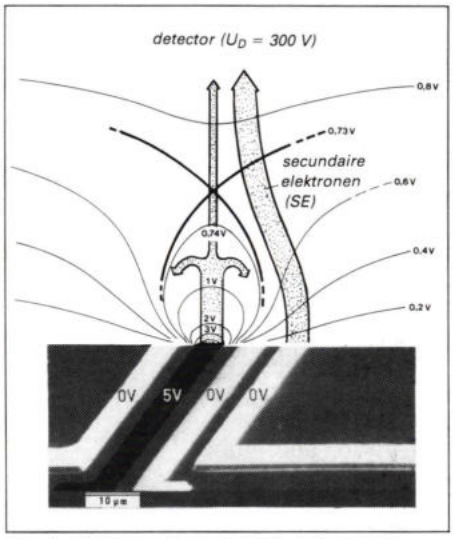


Fig. 1. Het potentiaalcontrast dat ontstaat door de wisselwerking tussen de secundaire elektronen (SE) en de microvelden, weergegeven door de equipotentiaallijnen.

frequentievolgmethode. Om de verschillende methoden goed van elkaar te kunnen onderscheiden, is elk van de figuren 2 tot en met 6 op identieke wijze opgebouwd: rechts zijn twee geleidende sporen en de al dan niet pulserende elektronensonde weergegeven. In de pulserende toestand is f_b de pulsherhalingsfrequentie van de elektronensonde. In de schematische afbeelding links daarnaast zijn de aan de beide geleidende sporen aangelegde signalen en de daarbij behorende frequenties aangegeven. In de figuur links onder is steeds de resulterende afbeelding op de beeldbuis weergegeven.

Fig. 2 toont het principe van 'voltage coding'. De niet-pulserende elektronensonde tast van B naar E lijn voor lijn af, parallel aan de geleidende sporen. De aftastsnelheid komt daarbij overeen met de TV-norm en de signaalfrequentie f_s met de lijnfrequentie f_l of een veelvoud hiervan, waarbij tevens een vaste fasebetrekking bestaat. Als resultaat verkrijgt men de projectie van de logische toestanden op de geleidende sporen [5]. De maximaal weer te geven signaalfrequentie is begrensd door het aantal beeldpunten per lijn, waardoor een grensfrequentie van 1,5 MHz ontstaat.

Een optisch soortgelijk resultaat als bij 'voltage coding' verkrijgt men in het logicabeeld [12], zoals weergegeven in fig. 3. Het ontstaan hiervan is echter verschillend. De pulserende elektronensonde tast nu van B naar E af, loodrecht op de geleidende sporen. Na elke lijn wordt de fase φ met een bepaalde waarde veranderd. Op de beeldbuis ontstaat een vlakke afbeelding van de plaats y over de fase φ. De maximaal weer te geven signaalfrequentie f_s is in dit geval slechts door het bundelafbuigsysteem begrensd. Voor het onder het hoofdstuk ,,Elektronenbundel-meetapparatuur'' beschreven systeem geldt: $f_{s\,max}$ = 200 MHz.

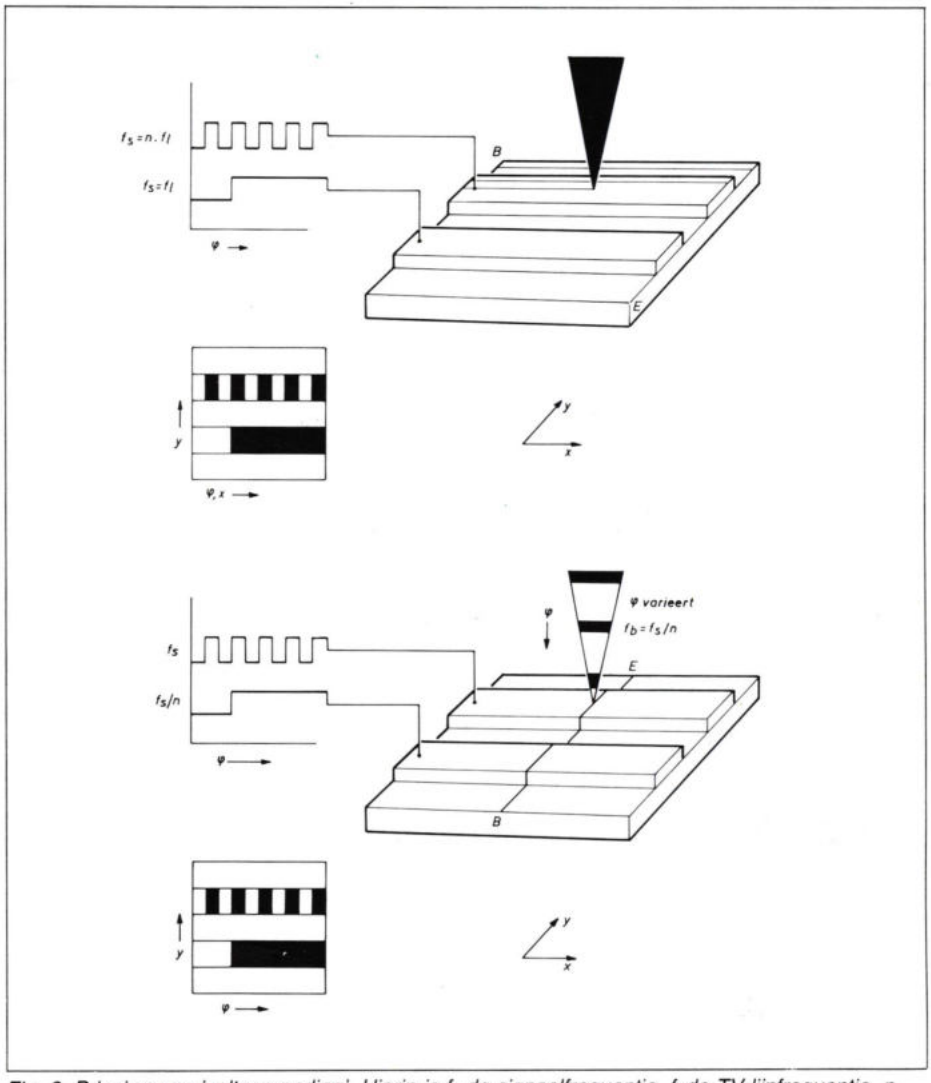
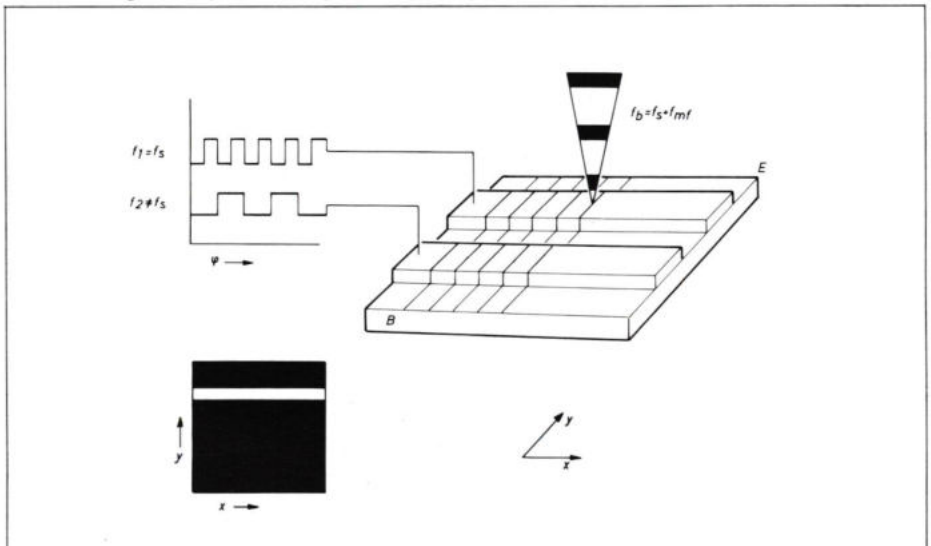


Fig. 2. Principe van 'voltage coding'. Hierin is f_s de signaalfrequentie, f_l de TV-lijnfrequentie, n een natuurlijk getal, φ de fase en zijn x, y de plaatscoördinaten.
Fig. 3. Principe van het logicabeeld. Hierin is f_b de herhalingsfrequentie van de elektronenpulsen.

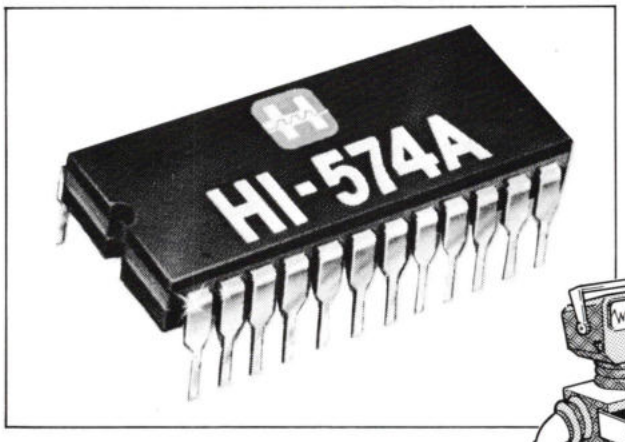
Fig. 4. Principe van de frequentievolgmethode. Hierin is f_{mf} de vaste middenfrequentie, f_s de af te beelden signaalfrequentie en zijn f_1 en f_2 de signaalfrequenties.



THEMANUMMER

HARRIS

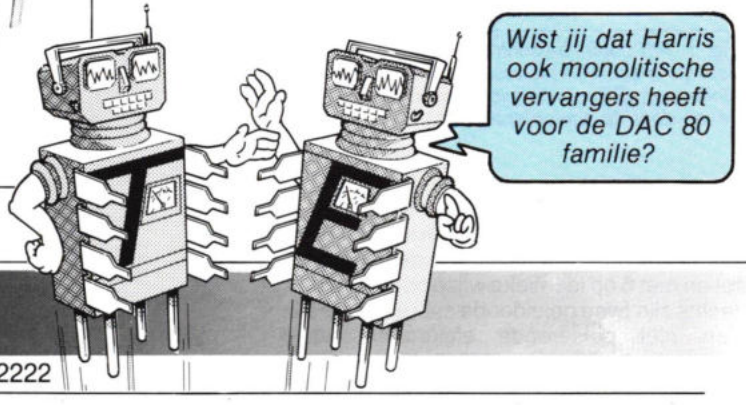
Komplete 12 Bit A/D converters met microprocessor interface



HI-574A — pin compatibel met industrie standaard 574
— 25 micro sec. max. conversietijd

HI-674A — 15 micro sec. max. conversietijd

HI-774A — 7 micro sec. max. conversietijd



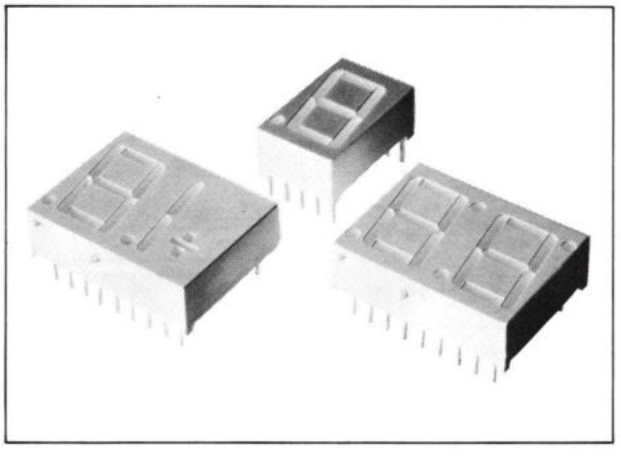
TECHMATION ELECTRONICS B.V.

Postbus 9, 4175 ZG Haaften Tel.: 04189-2222

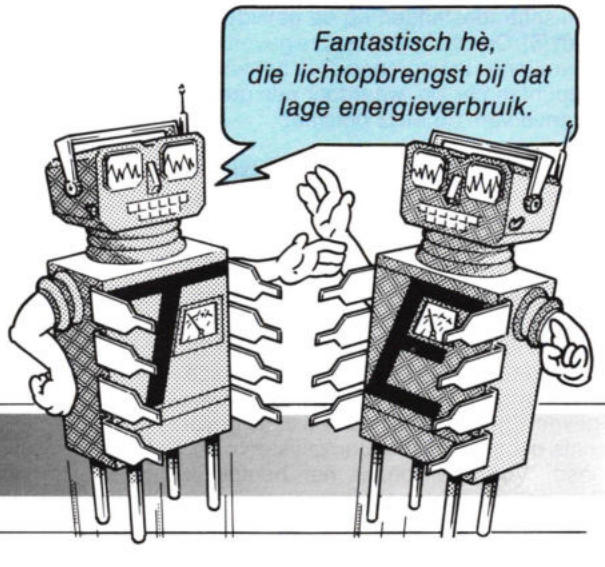
GENERAL INSTRUMENT Optoelectronics Division

Energie vriendelijke LED displays

Nieuwe 0,6 inch karakters werken op 2mA of minder



Is 2mA of minder werkelijk mogelijk?
Ja, met General Instruments nieuwe MAN 6100 serie LED displays, die typ. 20mW. per karakter verbruiken.



TECHMATION ELECTRONICS B.V.

Postbus 9, 4175 ZG Haaften Tel.: 04189-2222

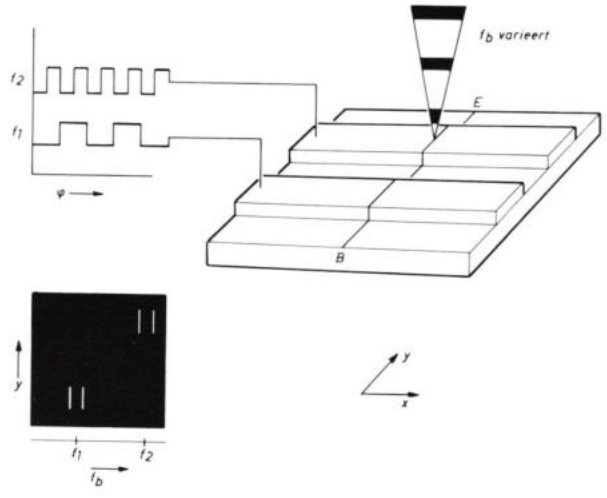


Fig. 5. Principe van het spectrumbeeld.

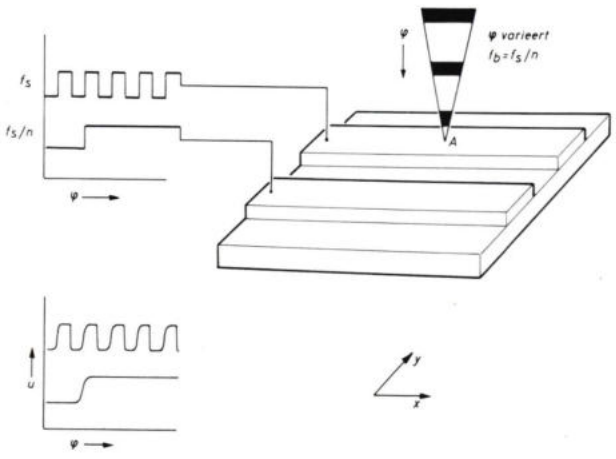


Fig. 6. Principe van de meting van het spanningsverloop. Hierin is U de spanning en f_s de signaalfrequentie.

Fig. 4 toont het principe van de frequentievolgmethode, waarbij alle geleidende sporen met een bepaalde bekende frequentie f_s worden afgebeeld [20]. Omdat men wegens de begrensde bandbreedte van de SE-detector de frequentie f_s niet op een eenvoudige wijze uit de SE-stroom kan filteren, gebruikt men een *heterodyne-methode*. Hierbij mengt de elektronenbundel zelf de onder deze omstandigheden zeer hoge frequentie f_s naar een relatief lage vaste middenfrequentie f_{mf}. Daartoe tast de met de frequentie f_b pulserende elektronensonde het vlak af van B naar E. Daarbij is f_b ten opzichte van f_s met de middenfrequentie f_{mf} verschoven (bijv. 50 kHz). Treedt de mengvoorwaarde

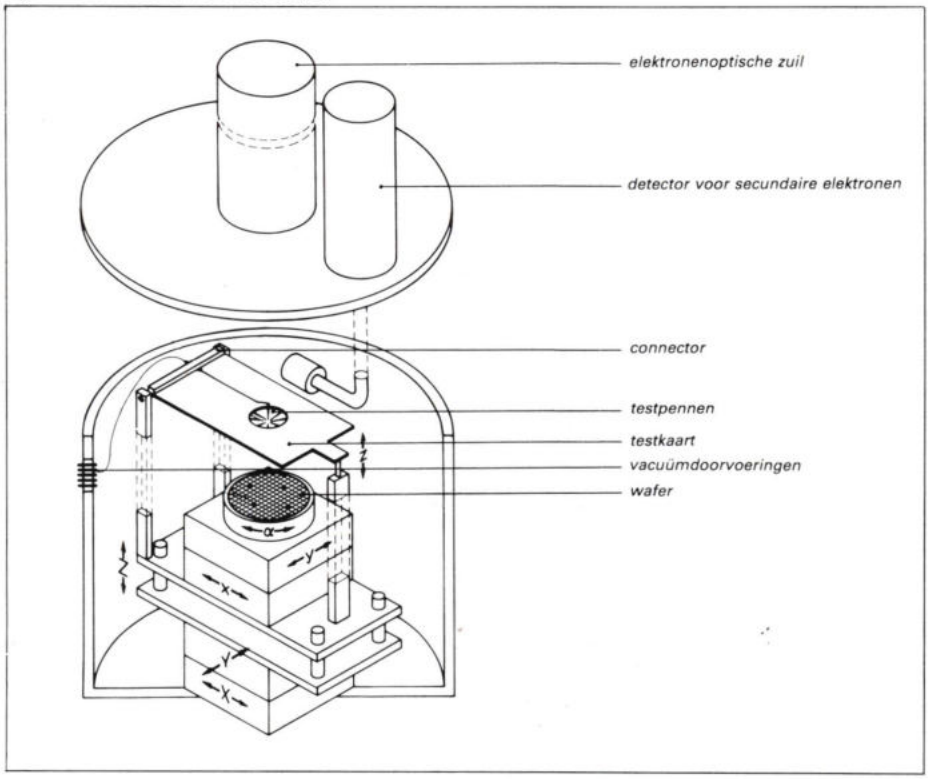
$|f_b - f_s| = f_{mf}$

op, dan licht de beeldbuis helder op.

KWANTIFICERING

Is een signaal met een frequentie f_s alleen in het binnenste van de geïntegreerde schakeling aanwezig, dan is deze frequentie, zoals fig. 5 laat zien, met behulp van het spectrumbeeld te bepalen [20]. In dit geval tast de pulserende elektronensonde de geleidende sporen af van B naar E, loodrecht op die sporen. Na elke lijn wordt de frequentie f_b met een bepaalde waarde veranderd. Iedere keer als aan de mengvoorwaarde $|f_b - f_s| = f_{mf}$ is voldaan, licht de beeldbuis helder op. Als resultaat verkrijgt men een helder lijnenpaar op een afstand $2 \cdot f_{mf}$ tegen een donkere achtergrond. De gezochte signaalfrequentie f_s ligt dan precies in het midden van dit lijnenpaar.

Fig. 7. Grote testkamer met wafer.



De belangrijkste methode voor de verificatie van de geïntegreerde schakeling is de meting van het spanningsverloop, zie fig. 6. In dit geval blijft de met de frequentie f_s/n pulserende elektronensonde steeds op één meetpunt op het geleidende spoor gericht (punt A). De spanning is met behulp van een tegenveld-spectrometer met behulp van een stroboscopie-methode te meten. Bij langzame verandering van de fase φ ontstaat de spanningscurve in de vorm van de spanning als functie van de tijd (oscillogram).

ELEKTRONENBUNDEL-MEETAPPARATUUR

Als basisapparaat voor de verschillende ontwikkelingen tot een elektronenbundelmeetapparaat dient meestal een rasterelektronenmicroscoop. De belangrijkste toevoegingen en modificaties zijn:

- elektronenbundel-schakelsysteem voor het verkrijgen van een pulserende elektronensonde;
- tafel voor de te testen wafer, verwarming, koeling en micromanipulatoren voor het inkoppelen van de signalen;
- toevoerleidingen inclusief stuurtrappen voor het juist aansturen van de te analyseren geïntegreerde schakeling;
- tegenveld-spectrometer voor de span-

THEMANUMMER

ningsmeting, speciale signaalverwerkingsnetwerken voor de verschillende meetmethoden;
- computerbesturing voor de positionering van de elektronensonde, fasebesturing, meetwaarde-opslag, -verwerking en -invoer.

In fig. 7 en fig. 8 zijn twee verschillende versies van elektronenbundel-meetapparaten weergegeven. Fig. 7 toont een „explosie"-tekening van een grote testkamer met waferhouder [29]. De twee x/y-tafels zijn noodzakelijk om in de aangesloten toestand de chip ten opzichte van de elektronenoptische as te verschuiven. Het aansluiten en verschuiven geschiedt met behulp van in totaal zes motoren. In het ontwerp zijn alle delen die tot de rasterelektronenmicroscoop behoren op één plaat gemonteerd. Deze is eenvoudig op te tillen en weg te draaien, zodat de wafer en besturingsschakelingen goed toegankelijk zijn.

De mini-testkamer, die in fig. 8 schematisch is getekend, is gebaseerd op een geheel ander concept. Om een optimale bereikbaarheid tot de externe aansluitingen van de keramische behuizing te hebben, heeft men de elektronenoptische zuil 180° gedraaid. Aan de daardoor naar boven gerichte aansluitpennen van het IC is nu direct de IC-aansturing aan te sluiten. De keramische behuizing wordt afgedicht met een dun rubber raampje [30].

In afb. 9 is een geautomatiseerd elektronenbundel-meetapparaat afgebeeld [30]. Dit apparaat wordt bestuurd door middel van een met een CAD-systeem verbonden procescomputer van Siemens. In de huidige opbouwfase is het mogelijk de meetvlakken automatisch te vinden door het ingeven van namen (voor zover in het ontwerp van het IC de noodzakelijke maatregelen voor de testbaarheid zijn genomen). Voorbereidingen voor de gezamenlijke weergave van gemeten en gesimuleerde spanningsverlopen zijn inmiddels afgesloten.

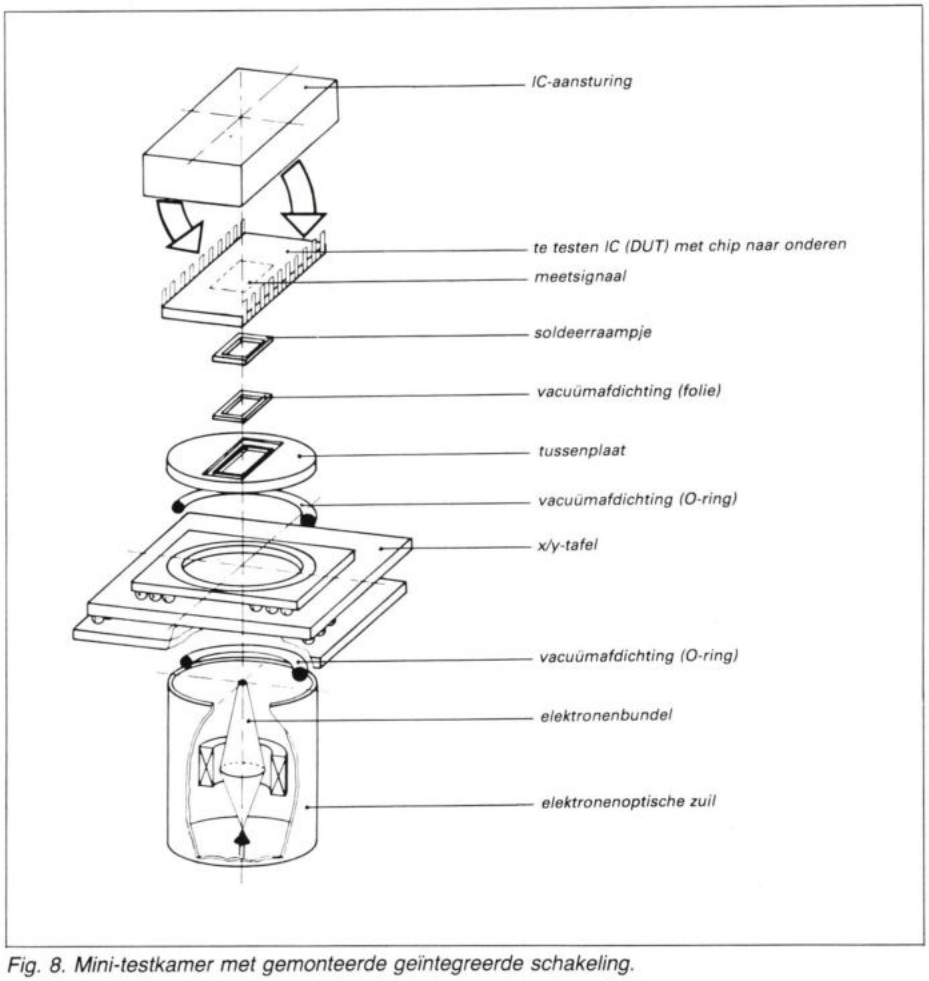


Fig. 8. Mini-testkamer met gemonteerde geïntegreerde schakeling.

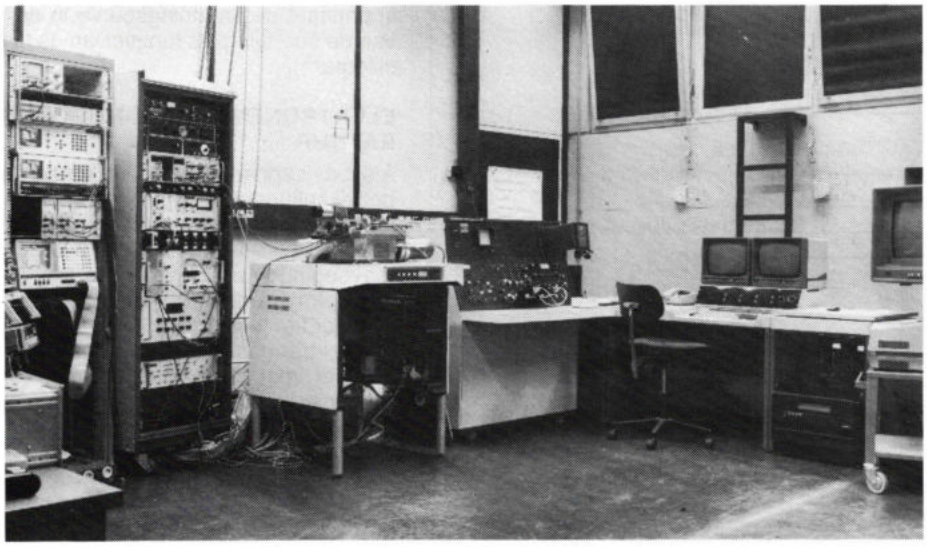
De beide beschreven versies van de elektronenbundel-meetapparaten met de grote testkamer en de mini-testkamer dienden als grondslag voor een commercieel elektronenbundel-meetapparaat, dat sedert het midden van 1984 wordt aangeboden door *Integrated Circuit Testing (ICT) GmbH.*

TOEPASSINGEN EN RESULTATEN

Na meer dan twaalf jaar praktisch gebruik van de elektronenbundel-meettechniek in ontwikkelingslaboratoria is vast te stellen, dat deze meettechniek een zeer waardevolle bijdrage heeft geleverd aan de ontwikkeling en kwaliteit van hooggeïntegreerde schakelingen. De nu volgende voorbeelden hebben hoofdzakelijk betrekking op geheugenschakelingen. De betekenis van deze meettechniek voor microprocessoren en schakelingen voor de telecommunicatie moet echter op basis van de huidige ervaringen nog hoger worden ingeschat.

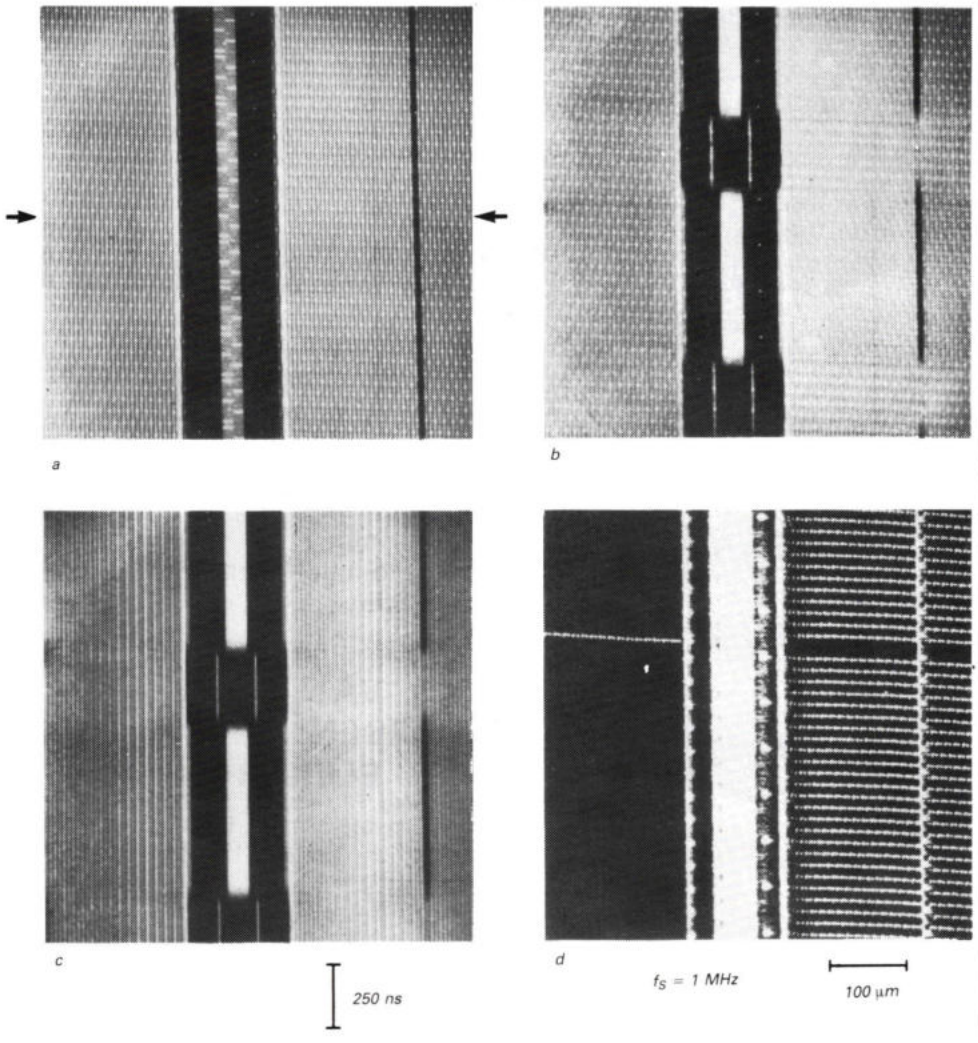
TOEPASSINGSVOORBEELD

Fig. 10 toont een voorbeeld van de foutlokatie in een 256-Kbit DRAM *(Dynamic Random Access Memory).* Fig. 10a is een stroboscopisch potentiaalcontrastbeeld waarin een woordlijn is uitgekozen (verticaal donker geleidend spoor in het rechter geheugencellenveld). Fig. 10b is een logicabeeld op dezelfde plaats. Men herkent in dit beeld zowel de veranderingen van de spanning op de woordlijn alsmede op de besturingslijnen tussen de beide cellenvelden als functie van de tijd. Fig. 10c is een logicabeeld opgenomen langs de lijn die in fig. 10a met twee pijlen is aangegeven. In dit beeld ontbreekt de topografie-informa-



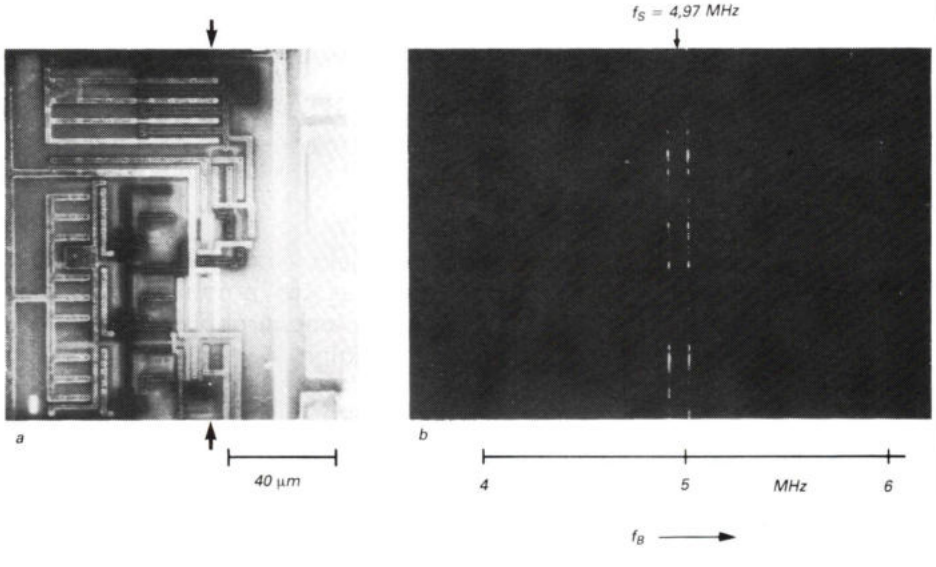
Afb. 9 Geautomatiseerd elektronenbundel-meetapparaat.

THEMANUMMER



Afb. 10. Foutlokalisatie in een 256-Kbit DRAM. (a) Stroboscopisch potentiaalcontrastbeeld, (b) tweedimensionaal logicabeeld, (c) eendimensionaal logicabeeld en (d) frequentievolgmethode.

Afb. 11. Frequentiemeting aan een voorspanningsgenerator voor het substraat van een 256-Kbit DRAM met een voedingsspanning van 4 V. (a) Potentiaalcontrastbeeld, (b) spectrumbeeld, dat langs de door de pijlen in (a) aangegeven lijn werd opgenomen.



tie in de *y*-richting (tijd-as), die voor een betere interpretatie van logicabeelden behulpzaam kan zijn. De afbeelding van de frequentievolgmethode in fig. 10d toont nu een volledig andere aanblik, ofschoon de sector en het elektrische bedrijf gelijk zijn gebleven. Opvallend aan deze afbeelding is dat nu naast de woord- en besturingslijnen tevens de horizontale bitlijnen zichtbaar zijn, ondanks het feit dat ze met een ongeveer 0,8 µm dikke oxydelaag zijn bedekt. De lijnen worden afgebeeld omdat ze alle een signaalfrequentie van 1 MHz voeren. Duidelijk is te zien dat één van de bitlijnen in de linker cellenhelft actief is, hetgeen op een fout in de adresseringsschakeling wijst.

In afb. 11 is een frequentiemeting weergegeven. Afb. 11a is het potentiaalcontrastbeeld van een gedeelte van de voorspanningsgenerator voor het substraat, die in het gebied van 4 ... 7 MHz moet oscilleren. Fig. 11b is het spectrumbeeld dat langs de door de pijlen in fig. 11a aangegeven lijn werd opgenomen. In het midden van de beide witte strepen ligt de gezochte frequentie f_s = 4,97 MHz bij een voedingsspanning van 4 V.

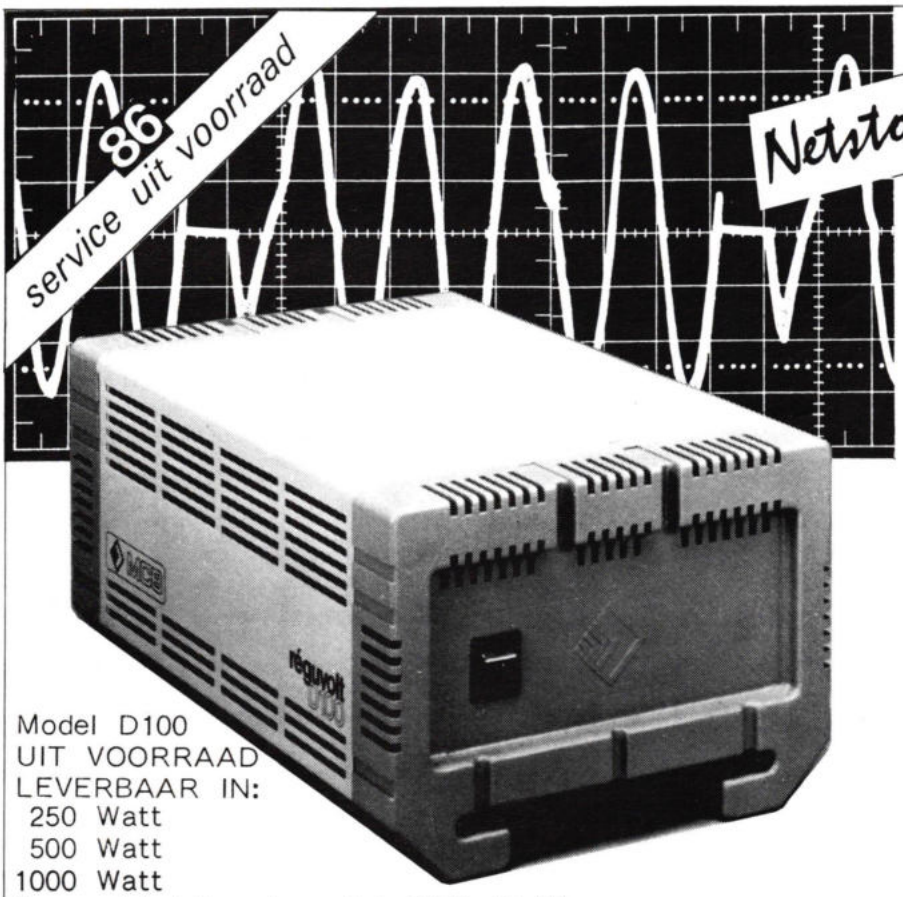
In fig. 12 zijn vier spanningsverlopen weergegeven. Ze stammen van een signaal dat in het binnenste van een 256-Kbit DRAM door een lang spoor met in totaal 5 ns wordt vertraagd.

In het laatste voorbeeld, zie fig. 13, zijn tenslotte drie spanningsverlopen met de gemeten curven (a), (b) en (c) (getrokken lijnen) te zamen met de gesimuleerde curven weergegeven. Door de achterflank van (a) wordt een vertragingsschakeling (c) geactiveerd, die te langzaam is. Op grond hiervan is de opgaande flank van (b) met 55 ns vertraagd ten opzichte van de simulatie. Het naar aanleiding van deze meting doorgevoerde herontwerp voerde tot een goede overeenstemming tussen meting en simulatie.

VOORUITZICHT

De stuwende kracht voor de verdere ontwikkeling van methoden en apparaten bij de analyse van hooggeïntegreerde schakelingen met behulp van de elektronenbundel-meettechniek is de verkleining van de IC-structuren en de daarmee verbonden verhoging van de werksnelheid. Het meten met behulp van mechanische meetpennen zal op de geleidende sporen met submicron-afmetingen niet meer mogelijk zijn. Er zijn echter ook vele ontwikkelingen die het gebruik van de elektronensonde moeilijker maken, zoals bijvoorbeeld het toenemende aantal metalliseringslagen en de speciale omhullingstechnieken. Echter ook het automatische ontwerp kan bij de analyse problemen geven, voor zover het analysesysteem niet aan het CAD-systeem is aangesloten.

Met behulp van nieuwe methoden, zoals bijvoorbeeld de frequentievolgmethode,



Geregeld!

DE NIEUWE SERIE MCB SPANNINGSSTABILISATOREN REGELEN DAT VOOR U.

spanningsonderbreking	20ms
spanningsregeling	≤3%
vervorming	≤3%
netschommelingen tot	15%
demping	100dB

Model D100
UIT VOORRAAD
LEVERBAAR IN:
250 Watt
500 Watt
1000 Watt
(in model I leverbaar tot 3000 Watt)

VAN REIJSEN ELEKTRONIKA B.V.
schieweg 73, postbus 5005, 2600 ga delft
telefoon 015-569216, telex 38 126 reijs nl
telefax 015-566501

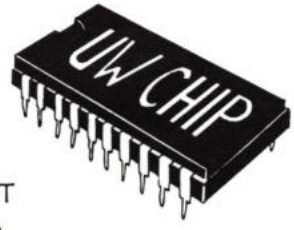
New technological advances in the field of batteries

The Battery Products Division of Union Carbide, manufacturers of UCAR batteries have announced a new alkaline generation with 31% longer service life.

***Companies interested in the distribution** of the complete UCAR battery line **to OEM customers** only **in Holland** are invited to contact:*

Mr. J.M. Comment
UNION CARBIDE EUROPE SA
Battery Products Division
15, chemin Louis-Dunant, CH-1211 GENEVA 20
Switzerland
Tel.: 0041/22 39 63 39, Tlx: 911 302

DICE



UW EIGEN IC VOOR
ENKELE TIENTJES TOT
ZELFS VEEL MINDER?

ANALOOG? DIGITAAL?

DICE kan uw projekt verzorgen of begeleiden vanaf systeemopzet tot produktie. DICE is een onafhankelijk ontwerphuis voor uw bipolaire of CMOS chips.

DELFT INTEGRATED CIRCUIT ENGINEERING
Mekelweg/hoek C. Drebbelweg Tel. 015–781659
Postbus 377 2600 AJ Delft

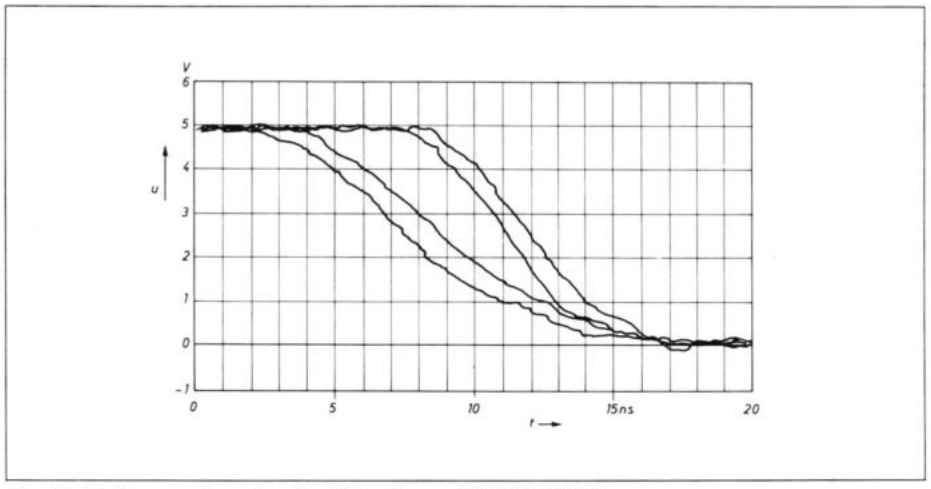


Fig. 12. Meting van de vertragingstijden in een 256-Kbit DRAM.

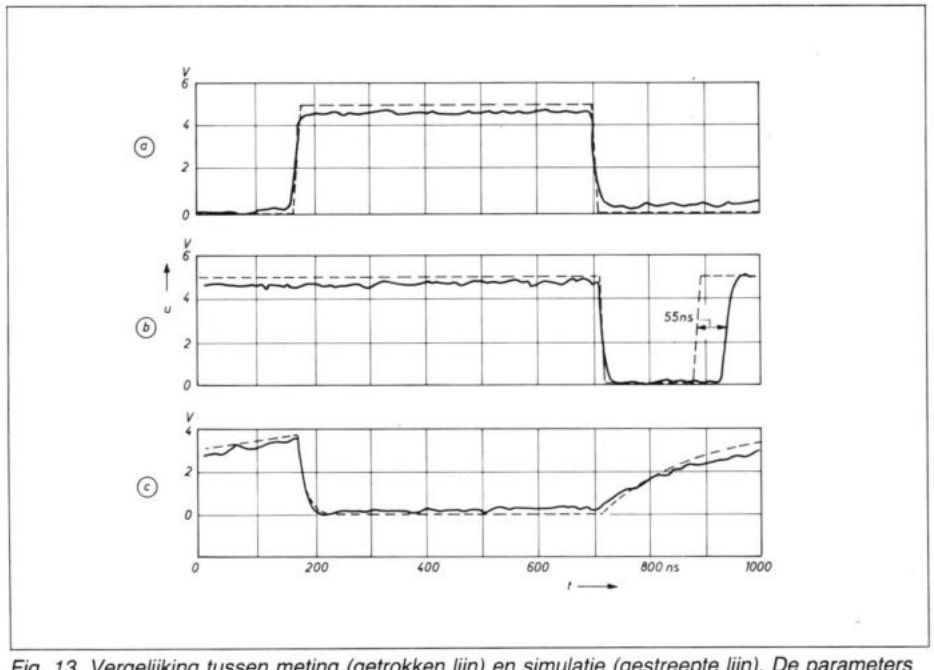


Fig. 13. Vergelijking tussen meting (getrokken lijn) en simulatie (gestreepte lijn). De parameters van het elektronenbundel-meetapparaat (volgens fig. 7): teststroom i = 1 nA, elektronenpulsduur τ_p = 5 ns, temperatuur T = 300 K, spoorbreedte b = 4 μm en versnellingsenergie van de primaire elektronen E = 2,5 keV.

met behulp waarmee met oxyde bedekte geleidende sporen zijn te onderzoeken, of door het gebruik van wiskundige ontwikkelingsmethoden achteraf voor de verbetering van de resolutie in de tijd van spanningsverloopmetingen [31], ontstaan goede kansen om de bovengenoemde problemen op te lossen.

Literatuur:

[1] J. Otto, E. Plies: *„Schaltungsanalyse von ICs durch Messung im Bausteininneren"*, NTG-Fachber., 87 (1985), p. 110 ... 115.

[2] C. W. Oatley, T. E. Everhart: *„The examination of p-n junctions with the scanning electron microscope"*, J. Electron., 2 (1957), p. 568 ... 570.

[3] G. S. Plows, W. C. Nixon: *„Stroboscopic scanning electron microscopy"*, J. Phys. E: Sci. Instrum., 1 (1968), p. 595 ... 600.

[4] O. C. Wells, C. G. Bremer: *„Voltage measurement in the SEM"*, J. Phys. E: Sci. Instrum., 1 (1968), p. 902.

[5] G. V. Lukianoff, T. R. Touw: *„Voltage Coding: Temporal versus spatial frequencies"*, Scanning Electron Microscopy, Proc. of the Annual Conf. 1975, ITTRI Chicago, p. 465 ... 471.

[6] A. J. Gonzales, M. W. Powell: *„Internal waveform measurements of the MOS three transistor, dynamic RAM using SEM stroboscopic techniques"*, Techn. Digest of IEDM, New York, USA, 1975, p. 119 ... 122.

[7] L. J. Balk, H. P. Feuerbaum, E. Kubalek, E. Menzel: *„Quantitative voltage contrast at high frequencies in the SEM"*, Scanning Electron Microscopy, Proc. of the Annual Conf. 1976/IV, ITTRI Chicago, p. 615 ... 624.

[8] R. Lindner, J. Otto, E. Wolfgang: *„On-Wafer Failure Analysis of LSI-MOS Memory Circuits by Scanning Electron Microscopy"*, Siemens Forsch.- u. Entwickl.-Ber., 6 (1977), p. 39 ... 46.

[9] A. Gopinath: *„Estimate of minimum measurable voltage in the SEM"*, J. Phys. E: Sci. Instrum., 10 (1977), p. 911 ... 913.

[10] J. Otto, H. Lindner, J. P. Feuerbaum: *„Ein Elektronenstrahlmessplatz für montierte integrierte Schaltungen"*, Beitr. elektronenmikrosk. Direktabb. Overfl. 11 (1978).

[11] H. P. Feuerbaum, D. Kantz, E. Wolfgang, E. Kubalek: *„Quantitative measurement with high time resolution of internal waveforms on MOS RAM's using a modified scanning electron microscope"*, IEEE J. SC, 13 (1978), p. 319 ... 325.

[12] H. P. Feuerbaum: *„VLSI testing using the electron probe"*, Scanning Electron Microscopy, Proc. of the Annual Conf. 1979/I, SEM Inc., AMF O'Hare, IL, p. 285 ... 296.

[13] G. Crichton, P. Fazekas, E. Wolfgang: *„Electron beam testing of microprocessors"*, Dig. of Papers 1980 IEEE Test Conf., p. 444 ... 449.

[14] L. Kotorman: *„Non charging electron beam pulse prober on FET wafers"*, Scanning Electron Microscopy, Proc. of the Annual Conf. 1980/IV, SEM Inc., AMF O'Hare, IL, p. 77 ... 84.

[15] F. Mizuno et al.: *„Failure analysis of LSI using a scanning low-energy electron probe"*, J. Vac. Sci. Technol., 19 (1981), p. 1019 ... 1023.

[16] H. Fujioka, K. Nakamae, K. Ura: *„Function testing of bipolar IC's and LSI's with the stroboscopic scanning electron microscope"*, IEEE. J. SC, 15 (1980), p. 177 ... 183.

[17] K. Thangamuthu, M. Macari, S. Cohen: *„Automated contactless digital test system for VLSI"*, Dig. of Papers 1982 Int. Test Conf., Philadelphia, PA, Nov. 15 ... 18 (1982), p. 634 ... 638.

[18] G. Baille, B. Courtios, J. Laurent, C. Rubat du Merac: *„E-beam testing: Prospective of methodologies for microprocessors and memories failure analysis"*, Journées d'Electronique 1983, Presses polytechn. romandes, p. 299 ... 311.

[19] S. Görlich, K. D. Herrmann, E. Kubalek: *„Basic investigations of capacitive coupling voltage contrast"*, Microcircuit Engng. 84, Berlin. Proc. Int. Conf. Microlithography 1984 (in druk).

[20] H. D. Brust, F. Fox, E. Wolfgang: *„Frequency tracing and mapping: Novel electron beam testing methods"*, Microcircuit Engng. 84, Berlin, Proc. Int. Conf. Microlithography 1984, p. 411 ... 425.

[21] E. Menzel, E. Kubalek: *„Fundamentals of electron beam testing of integrated circuits"*, Scanning, (1983), p. 103 ... 122.

[22] H. Fujioka, K. Ura: *„Electron beam blanking systems"*, Scanning, 5 (1983), p. 3 ... 13.

[23] E. Menzel, E. Kubalek: *„Secondary electron detection systems for quantitative voltage measurements"*, Scanning, 5 (1983), p. 151 ... 171.

[24] H. P. Feuerbaum: *„Electron beam testing: Methods and applications"*, Scanning, 5 (1983), p. 14 ... 24.

[25] E. Wolfgang: *„Electron beam testing: Problems in practice"*, Scanning, 5 (1983), p. 71 ... 83.

[26] H. Rehme: *„Elektronenstrahl-Messtechnik zur Prüfung integrierter Schaltungen"*, Halbleiterelektronik 20, Berlin: Springer 1985.

[27] P. Fazekas, E. Wolfgang, W. Gerling, K. Goser: *„Electron beam testing methodology"*, Curriculum for Test Technol., IEEE Catalog nr. 83 CH 1978-6 (1983), p. 26 ... 31.

[28] A. Dallman, G. Menzel, R. Weyl, F. Fox: *„Failure analysis of ECL memories by means of voltage contrast measurements and advanced preparation techniques"*, Proc. of the 1985 Int. Reliability Sympos. Orlando, Florida (in druk).

[29] P. Fazekas et al.: *„On-wafer defect classification of LSI circuits using a modified SEM"*, Scanning Electron Microscopy, Proc. of the Annual Conf. 1978/I, SEM Inc. AMF O'Hare, IL, p. 801 ... 806.

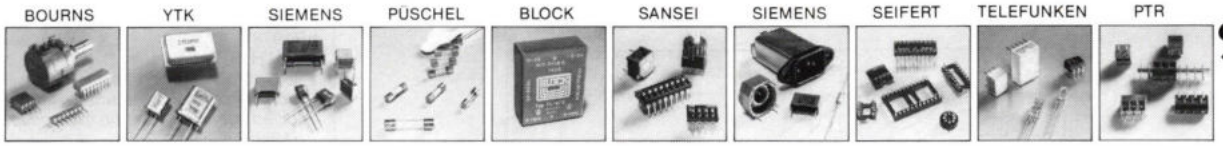
[30] P. Köllensperger et al.: *„Automated electron beam testing of VLSI circuits"*, Proc. 1984 Int. Test Conf., p. 550 ... 556.

[31] E. Plies, J. Otto: *„Voltage measurements inside ICs using mechanical and electron probes"*, Scanning Electron Microscopy, Proc. of the Annual Conf. 1985, SEM Inc., AMF O'Hare, IL (in druk).

□

THEMANUMMER

BOURNS YTK SIEMENS PÜSCHEL BLOCK SANSEI SIEMENS SEIFERT TELEFUNKEN PTR

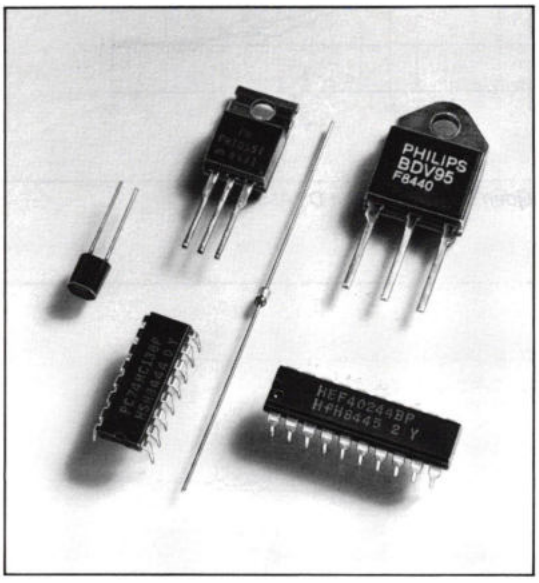


"Gemakkelijker kunt U ons niet krijgen."

Elektronische componenten krijgt u nergens aantrekkelijker dan bij Elincom. Meestal uit voorraad, dus snel geleverd en tegen een scherpe prijs.

Officieel Distributor van o.a.:
PHILIPS,
SIEMENS,
TELEFUNKEN,
BOURNS,
PMI (ic's),
UMC (ic's),
LSI (ic's),
BLOCK (trafo's),
PTR (aansluitklemmen)
CITIZEN (buzzers),

elincom
elektronische componenten
Oosterkade 33 9503 HP Stadskanaal



CMOS van PHILIPS
Standaard HEF4000-serie
High-Speed 74HC- & 74HCT-serie
meer dan 100 types uit voorraad leverbaar.

Bel voor bijzonderheden en voor de verrassend lage prijzen!

05990-14830

13.879/F5

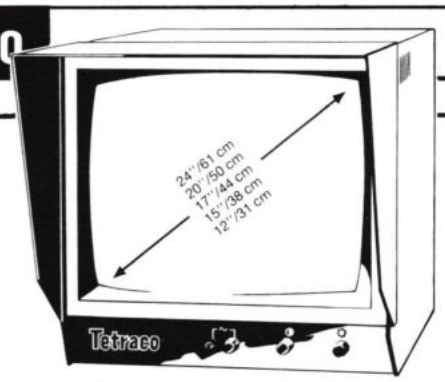
Onderdelen opbergen

Als u 126 verschillende IC's, 380 weerstanden, 20 service-manuals, 36 instelschroefjes, 3 tangen en nog 1001 andere onderdelen heeft op te bergen, dan hebben wij een systeem voor u waarover is nagedacht.

CLEN
- hyperflexibel
- geen tussenschotjes
- alle laden zijn uitwisselbaar

vogel's
Hondsruglaan 93c,
5628 DB Eindhoven.
Tel. 040-415547.

Tetraco



Universele monochrome
MONITOREN en DISPLAY UNITS

oplossend vermogen	: 10^6 pixels
bandbreedte	: 40MHz - 100MHz
lijnfrekwentie	: 15kHz - 92kHz
beeldfrekwentie	: 45Hz - 120Hz
ingangssignaal	: composite of gescheiden
uitvoering	: in kast of op chassis
standaard fosfors	: wit, papierwit, groen, oranje, geelgroen

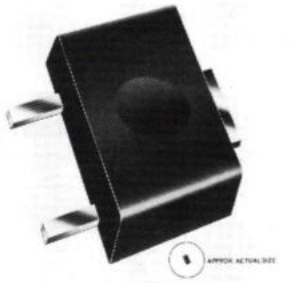
Tetraco monitoren kunnen aan ieder systeem worden gekoppeld. Het ontwerp is zo flexibel, dat ze geleverd kunnen worden voor iedere lijnfrekwentie. De constructie is solide genoeg voor gebruik op zee.

Tetraco monitoren worden onder andere toegepast:
- als volgmonitor. Ze kunnen aan ieder terminal worden aangesloten. Bijv. 12" om patiënten mee te laten lezen, 24" voor cursussen en demonstraties.
- op schepen. Door de hoge helderheid en het goede contrast zijn ze in vol zonlicht goed afleesbaar. Door de hoge bandbreedte zijn ze ook bij lage helderheid in het donker goed afleesbaar.
- voor CAD systemen. Door de hoge lijnfrekwenties kan men een groot aantal lijnen per beeld halen zonder interliniëring, waardoor problemen als flikker, lijnparing en inbranden worden vermeden.
- bij procesbesturing. Medium resoluties (bijv. 576x432) kunnen worden gerealiseerd met hoge lijn- en beeldfrekwenties. Het brilliante, gestoken beeld is op afstand uitstekend afleesbaar. Zelfs met snelle, high efficiency fosfors is er geen spoor van flikker.

Tetraco F.Rooseveltlaan 57 4818 KB Breda 076-222660 tx 74397

SCHOTTKY-DIODE VOOR SMA

International Rectifier annonceert 's werelds eerste schottky-vermogensdiode in een behuizing die geschikt is voor oppervlakte-montage (SMA, Surface Mounted Assembly).



Deze diode, met typecodering *10JQ*, is specifiek ontwikkeld voor toepassing bij automatische montage- en soldeermethoden. De schottky-diode is ontworpen in een B45-behuizing, die vergelijkbaar is met de standaard SOT89-transistorbehuizing en een tweepens-uitvoering van de Jedec-behuizing TO243A. De 10JQ-serie, met een nominale stroom van 1 A en een spanningsreeks van 30 ... 100 V, heeft de laagste spanningsval die op dit moment leverbaar is. Bovendien minimaliseert de ultrasnelle schakeltijd ongewenste vertragingen en zorgt de kleine afmeting van de chip voor een geringe capaciteit.

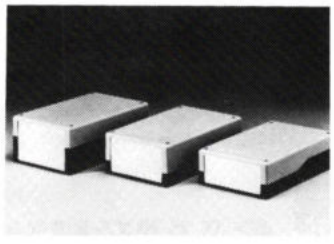
De serie is ontworpen voor laagspanningstoepassingen waar oppervlaktemontage noodzakelijk is en waarbij weinig ruimte beschikbaar is op de printplaat. De 10JQ is bij uitstek geschikt voor schakelende voedingen, acculaders en omzetters maar ook voor conventionele toepassingen.

Inl.: Diode BV, Hollantlaan 22, 3526 AM Utrecht (030) 884214.

KUNSTSTOFBEHUIZINGEN

Multibox GmbH uit Duitsland heeft onder de naam *Euro-card* een serie kunststofbehuizingen op de markt gebracht.

Zoals de benaming al aangeeft zijn deze behuizingen geschikt voor horizontale montage van



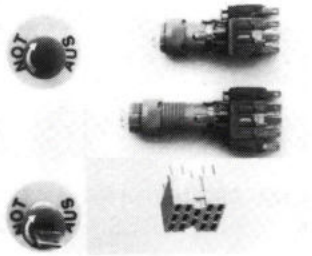
COMPONENTEN

één of meer printkaarten van eurokaartformaat (100 × 160 mm). Tevens zijn er drie mogelijkheden om verticaal printen te plaatsen in de daarvoor bestemde printsleuven. De behuizing is uitgevoerd in slagvast ABS en kan worden geleverd in de kleurcombinaties grijs/donkergrijs en bruin/beige. De beschermingsgraad is IP43 (spatwaterdicht). De frontplaat is op drie verschillende plaatsen in het front te monteren.

Inl.: Van Vliet, postbus 65, 2640 AB Pijnacker (01736) 4958.

PANEELSCHAKELAARS MET INDICATIE

De Zwitserse fabrikant *Uniswitch* brengt onder de merknaam *Swisstac* al geruime tijd een breed programma paneelschakelaars en indicatielampen op de markt. Tegemoetkomend aan de vraag zijn hier nu een aantal uitbreidingen op gekomen.



Op basis van de 1- 2- en 3-polige schakelaars zijn nu ook 4- en 5-polige schakelaars verkrijgbaar. De inbouwdiepte blijft hierbij gelijk en de aansluiting vindt ook aan de achterzijde van de modulaire schakelaar plaats. Beide typen zijn verkrijgbaar voor PTT5,5- en T1¾-'Midged Grooved'-lampjes. De wisselcontacten zijn te belasten met maximaal 6 A bij 250 VAC en zijn zelfreinigend. Deze schakelaars voldoen aan UL-, VDE-, SEV- en CSA-normen.
Hoewel de schakelaars en indicatielampen verkrijbaar zijn met printaansluitingen, is het in sommige toepassingen makkelijker om met een printadapter te werken, bijvoorbeeld als de print in één beweging los gemaakt moet kunnen worden van het paneel. Om dit mogelijk te maken brengt Swisstac nu een printadapter op de markt waar eenvoudig een 1- t/m 5-polige schakelaar kan worden ingeplugd.

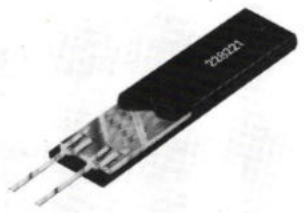
Eveneens een uitbreiding op het Swisstacprogramma vormt de zogenaamde *nood/uit-schakelaar*. Deze schakelaar heeft een draai-ontgrendeling met of zonder slot. Dit produkt is verkrijgbaar in drie uitvoeringen en aansluitmogelijkheden voor solderen, steker of print. De bijbehorende indicatieplaat is standaard leverbaar in vier talen: Engels, Duits, Frans en Italiaans.

Inl.: Rodelco BV, postbus 6824, 4802 HV Breda (076) 784911.

TEMPERATUUROPNEMERS

Door toepassing van dunnefilm-technieken is *Sauter* er in geslaagd een serie nikkel-temperatuuropnemers te vervaardigen met een formaat van 30 × 7,8 × 3 mm. De massa is slechts 1,5 g.

De meetelementen zijn vrijwel ongevoelig voor storende omgevingsinvloeden en zeer geschikt voor inbouw. Kenmerkend zijn een geringe doodtijd, een korte tijdconstante en een grotere nauwkeurigheid dan de oudere opnemers op basis van een NTC-weerstand. De weerstand/temperatuur-karakteristiek verloopt volgens DIN43760 voor Ni-meetelementen. De temperatuur-opnemers zijn er met meetelementen voor weerstands-waarden van 100, 200, 500 en 1000 Ω bij 0°C. De opnemers zijn

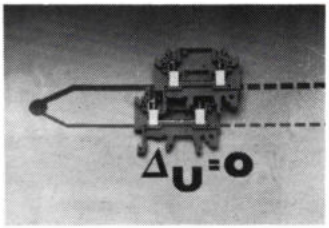


eenvoudig te integreren in gedrukte schakelingen en in te gieten in beschermhulzen met kabelaansluitingen, waardoor ze zijn te gebruiken als temperatuur-opnemer in ruimten of luchtkanalen.

Inl.: Geveke Elektronica BV, postbus 652, 1000 AR Amsterdam (020) 5861546.

THERMOSPANNINGS-KLEMMEN

Phoenix heeft ten behoeve van thermospanningsvrije aansluiting van thermokoppels en compensatieleidingen een speciaal klemmenpaar ontwikkeld. De nieuwe thermospanningsklemmen voeren de aanduiding *MTKD*.



De klemmen zijn vooral bedoeld voor toepassing in meetschakelingen, waarin thermokoppels veelal door middel van compensatieleidingen worden verlengd. De materialen van de compensatieleidingen hebben tot een temperatuur van 200 °C dezelfde thermospannings-waarden als de thermokoppels. Bij de MTKD-klemmen zijn de geleidende delen van de klem van hetzelfde materiaal als dat van de compensatieleidingen. Daardoor wordt bereikt dat aan de aansluitpunten tussen thermokoppel, klem en compensatieleiding geen extra thermospanning ontstaat. De nieuwe klemmen worden standaard als thermokoppelpaar geleverd en zijn voorzien van een duidelijke aanduiding met betrekking tot de verschillende materialen, waaruit blijkt voor welke thermokoppels de klem geschikt is. Het isolatiehuis is gemaakt van onbreekbaar polyamide 6.6 (PA 6.6) en heeft een universele voet voor montage op alle gebruikelijke DIN EN-montagerails.

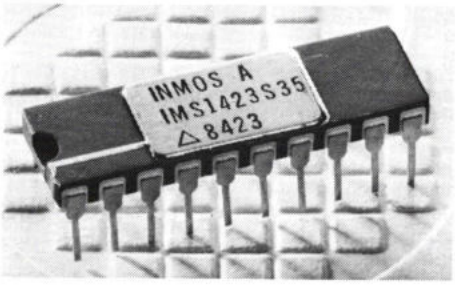
Inl.: Cito Benelux BV, postbus 246, 6900 AE Zevenaar (08360) 24555. ▷

inmos

Flitsend snelle statische RAM's

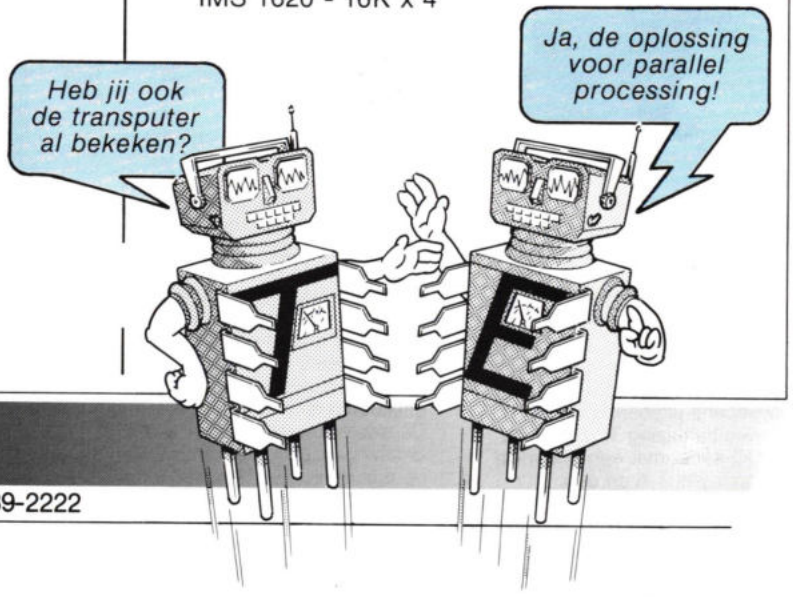
16K familie

- CE accesstijden vanaf 25 nsec max.
- E (CE) power down functie
- Low power versies beschikbaar
- 20 pin, 300 mil DIP en LCC behuizingen
- NMOS: IMS 1400 - 16K x 1
  IMS 1420 - 4K x 4
- CMOS: IMS 1423 - 4K x 4



64K familie

- CE accesstijden vanaf 45 nsec max.
- Low power: 440 mWatt operating
  77 mWatt standby
- CMOS technologie
- IMS 1600 - 64K x 1
  IMS 1620 - 16K x 4



TECHMATION ELECTRONICS B.V.

Postbus 9, 4175 ZG Haaften Tel.: 04189-2222

MEMORY PRODUCTS FROM SAMSUNG

Fast breaking technologies and outstanding quality

"voor de DAGPRIJS even bellen"

NIEUW

KM 6816
2,048x8 Bit CMOS STATIC RAM
Monsters beschikbaar

■KM41256-256K DRAM FEATURES

- Industry standard 16 pin DIP
- Single +5V ± 10% power supply
- Low power dissipation:
  10mW (standby), 150mW (active)
- Current transients less than 20mA/ns
- Performance range

TYPE	t_{RAC}	t_{CAC}	t_{RC}
KM41256-12	120ns	60ns	220ns
KM41256-15	150ns	75ns	260ns
KM41256-20	200ns	100ns	330ns

- On-chip single bit Error Correction
- Schmitt triggers on activating inputs.
- Common I/O using 'Early Write'
- Output data can be held infinitely by $\overline{CAS}$
- $\overline{CAS}$ before $\overline{RAS}$ Refresh Cycle Mode
- 256 refresh cycles per 4ms
  (compatible with 64K DRAM)

■KM4164A-64K DRAM FEATURES

- Industry standard 16 pin DIP
- Single +5V ± 10% power supply
- Low power dissipation:
  standby 22mW active 200mW
- Performance range

TYPE	t_{RAC}	t_{CAC}	t_{RC}
KM4164A-12	120ns	70ns	210ns
KM4164A-15	150ns	90ns	270ns
KM4164A-20	200ns	120ns	345ns

- Schmitt triggers on all input control lines
- Common I/O using 'Early Write'
- Output data can be held infinitely by $\overline{CAS}$
- Read-Modify-Write, page mode,
  $\overline{RAS}$-only refresh capability
- 256 refresh cycle per 4ms
- Low input capacitance and TTL compatible

■KM2816-16K EEPROM FEATURES

- On-Board Address & Data Latches
- Auto-Timed Byte Write (On chip timer)
- Power Up/Down Write Protection
- Two-Line Control (Eliminates Bus Contention)
- 5-Volt Erase/Write/Read
- 300ns Max. Access Time
- 110 mA Active Current
- 50 mA Standby Current
- Full Chip Erase
- Optional High Voltage Erase/Program
- NMOS Floating Gate Technology
- JEDEC Byte Wide Pinout Standard

diStec

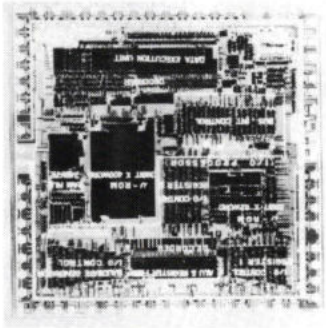
Distec Electronics B.V. Wegastraat 77 2516 AN Den Haag Tel: 070-821414 Telex 32655

SAMSUNG

ACHT INGEBOUWDE PERIFERE BOUWSTENEN

Sinds kort levert *Hitachi* een 8-bit CMOS-microprocessor met maar liefst acht ingebouwde perifere bouwstenen. Deze component, de *HD64180*, vervangt de oudere generatie 8080/8085/Z80-processoren, kan daarbij nog zeven nieuwe instructies aan en heeft acht geïntegreerde perifere bouwstenen, waaronder een:

- Memory Management Unit (MMU) voor 512 Kbyte adresruimte;
- 2-kanaals, volledig duplex asynchrone seriële communicatie-interface;
- 2-kanaals 16-bit timer;
- 2-kanaals DMA-controller;
- geklokte seriële interface;
- variëteit aan I/O-functies.

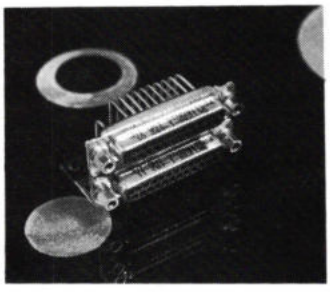


De HD64180 werkt met een klokfrequentie van 4, 6 of 8 MHz en heeft via de programmatuur bestuurbare mogelijkheden, zoals *'sleep'*, *'IOSTOP'* en *'rest'*. Door de CMOS-structuur is het opgenomen vermogen zeer gering, waardoor deze CP/M-compatibele processor geschikt is voor batterijgevoede systemen.

Inl.: Arcobel, postbus 344, 5340 AH Oss (04120) 30335.

TWEEPOORT SUB-D CONNECTOR

Positronic Industries heeft een connector aan haar programma toegevoegd. Het gaat hier om een *'Dual Port'-connector*, dat wil zeggen twee sub-D connectoren in één behuizing. Door deze constructie zijn twee sub-D connectoren te monteren in een soldeerhandeling. Er zijn diverse combinatiemogelijkheden voor wat betreft de contactuitvoering

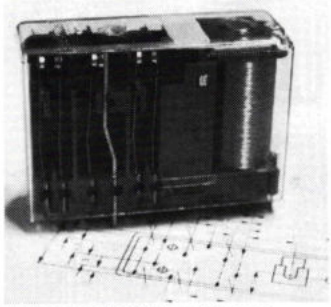


en aantal contacten. Voor de onderlinge afstand tussen de twee connectorlichamen kan men kiezen uit drie uitvoeringen (afhankelijk van de gebruikte kappen aan het kabeldeel).

Inl.: Telerex Nederland BV, Konijnenberg 88, 4825 BE Breda (076) 879212.

RELAIS MET BEVEILIGING

Met het *ZW-relais* introduceert *Siemens* een onderdeel dat speciaal bestemd is voor besturingen – met name in de metaalverwerkende industrie – en dat aan de voorwaarden voldoet voor dwanggeleiding. Het gaat hierbij om een beveiliging tegen het versmelten van de contactpunten, een gevaar dat zich voordoet bij spanningspieken tijdens het in- en uitschakelen. In vrijwel alle gevallen zijn storingen door schakelpieken te voorkomen door een openend contact in serie te zetten met de sluitcontacten van mogelijk gevaarlijke apparaten. Dit opencontact wordt in de hoofdschakeling van het systeem opgenomen. Mochten de contactpunten van een van de besturingsrelais samensmelten, dan opent zich het beveiligingsrelais, waardoor het betreffende apparaat na uitschakelen niet opnieuw in werking is te stellen: de stroomkring is onderbroken.

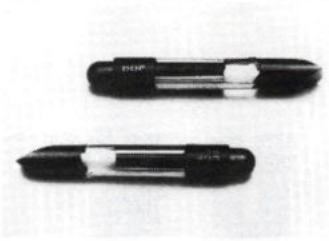


Het monostabiele gelijkspanningsrelais ZW is speciaal geschikt voor printmontage. De aparte contacten zijn onderling en het aandrijfsysteem aan de gehele contactkam gekoppeld. De doorslag- en luchtisolatie voldoet aan VDE0110, isolatiegroep 1, 250 VAC. De omgevingstemperatuur tijdens bedrijf mag liggen tussen –25 ... +70 °C. Het relais heeft een staande montage, de inbouwdiepte is naar keuze. De maximale afmetingen zijn: 58 × 20,4 × 40 mm (l × b × h).

Inl.: Siemens Nederland NV, postbus 16068, 2500 BB Den Haag (070) 782782.

SIGNAAL-LED'S

Voor speciale wensen bij LED-indicatie op frontpanelen of ter



vervanging van de signaallampjes biedt *Data Display Products (DDP)* nu een alternatief in de vorm van signaal-LED's in conventionele behuizingen. Door middel van een serieweerstand zijn de LED's geschikt voor 2 ... 220 VAC. De lichtintensiteit is zeer hoog; in de *'Hi-Amb'*-versie is de lichtopbrengst 500 mCd voor de rode LED's. De opgenomen stroom is 50 mA. Dit is ongeveer 2,5 maal de stroomsterkte, welke bij normale LED's gangbaar is. Deze LED's hebben een lange levensduur en ten opzichte van signaallampjes een gering opgenomen vermogen. Ze zijn compact, gemakkelijk te monteren en leverbaar in een grote verscheidenheid van behuizingen.

Inl.: Klaasing Electronics BV, Beneluxweg 27, 4904 SJ Oosterhout (01620) 51400.

VLAMBESTENDIGE KABEL

Vibraflame is een door *Habia* ontwikkelde kabel, die ervoor zorgdraagt dat in geval van brand de stroomvoorziening of signalering van vitale installaties gewaarborgd blijft.

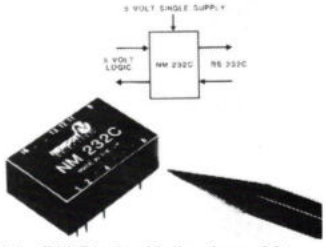
Bij blootstelling aan vuur (1050°C) behoudt de kabel gedurende een aantal uren zijn isolerende eigenschappen. Dit wordt bereikt door toepassing van een mica-isolatie in combinatie met magnesium, aluminium silicaten en een organische polymeer, die bij extreem hoge temperaturen geen gassen produceren of verkolen. Bij een temperatuur tussen 600 ... 800°C vormt zich een warmtebarrière die voorkomt dat de vernikkelde koperkern wordt aangetast. Het produkt bevat geen asbest.

Onderzoekingen duiden aan, dat ook bij cryogene temperaturen (–196°C) de kabel goed functioneert. Verder blijkt de kabel nagenoeg chemisch inert en bestand tegen langdurige onderdompeling in koolwaterstoffen. De Vibraflame-veiligheidskabel wordt geleverd in doorsneden van 0,5 ... 50 mm^2.

Inl.: Habia Benelux BV, postbus 3467, 4800 DL Breda (076) 416400.

MONORAIL RS232C-INTERFACEMODULE

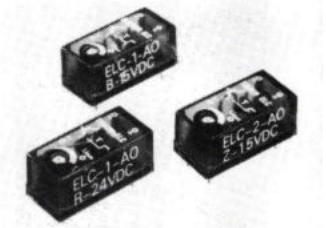
Newport Components introduceert twee produkten, de *NM232C* en de *NM422A*. Zoals de typenummers al doen vermoeden, gaat het hier om interfacemodulen volgens de RS232C- en RS422-standaard. De NM232C is een RS232C-transceiver en de NM422A een omzetter van RS422 naar RS232. Het bijzondere van deze modulen is de enkele voedingsspanning van 5 V. Hierdoor kan de voeding van een computersystemen sterk worden vereenvoudigd.



Inl.: BV Diode, Hollantlaan 22, 3526 AM Utrecht (030) 884214.

TIJDELEMENT VOOR PRINTMONTAGE

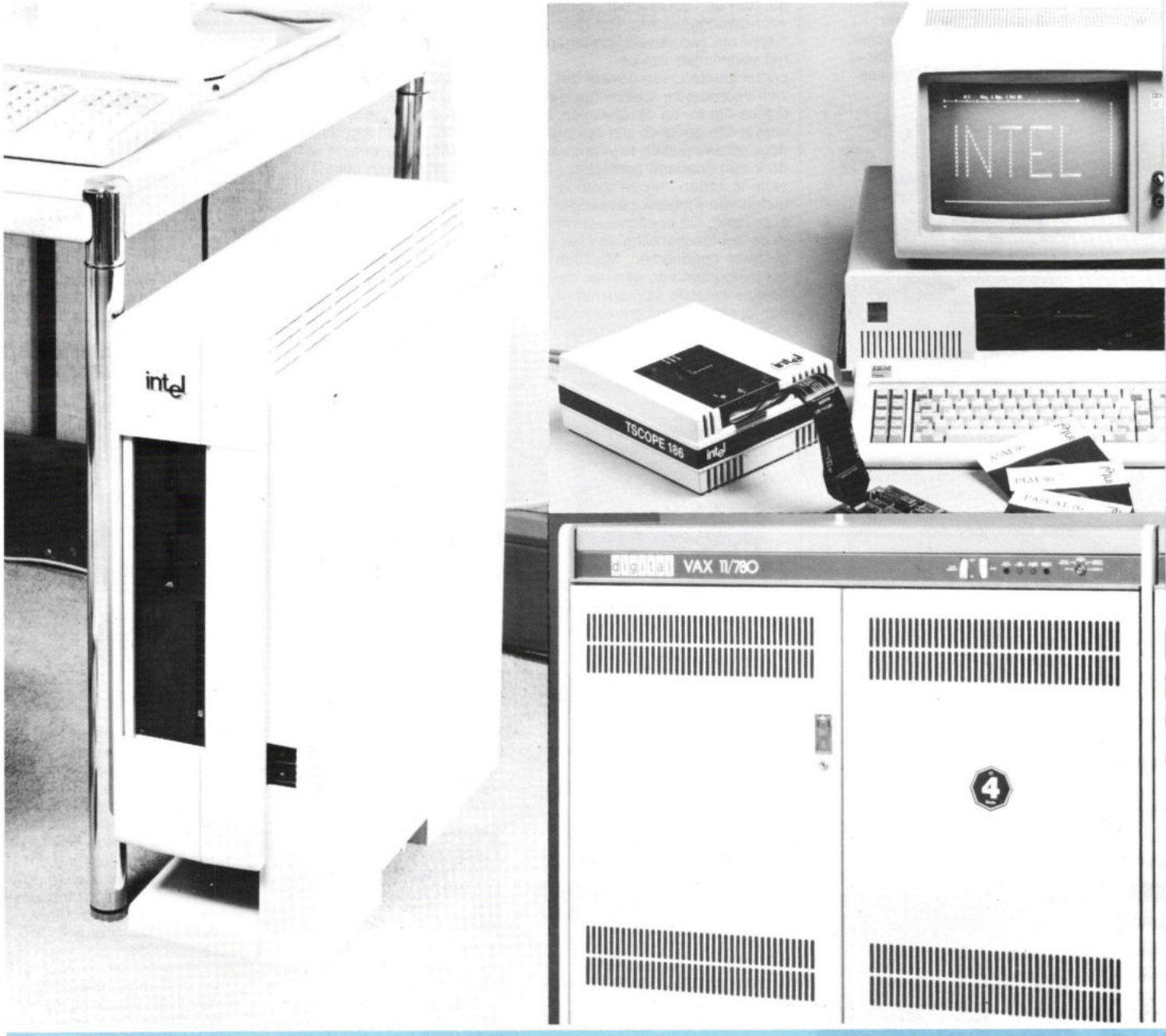
De tijdelementen uit de *ELC*-serie van *Erni + Co AG* zijn speciaal ontworpen voor toepassing in de moderne elektronica en zijn zowel bij de TTL- als de CMOS-techniek te gebruiken.



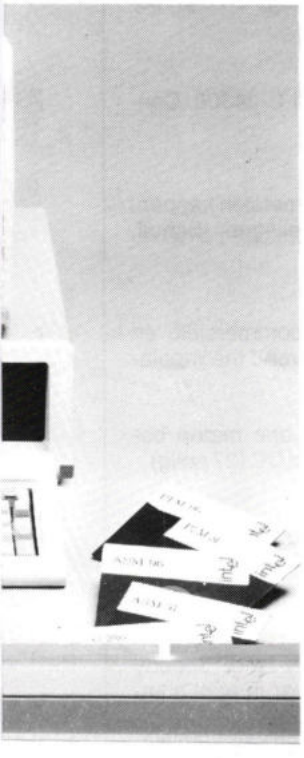
Deze tijdelementen zijn er in drie uitvoeringen: aantrek- of afvalvertraagd met tijdintervallen van 0,25 ... 5 s, 3 s ... 1 min. of 30 s ... 10 min., of met een blinkfunktie met impulsen van 0,5 ... 10 s. Deze tijdintervallen zijn door middel van een geïntegreerde, lineaire potentiometer stappenloos instelbaar. De bedrijfstoestand wordt aangegeven met een LED. De tijdelementen zijn geschikt voor bedrijfsspanningen van 5, 15 of 24 VDC en kunnen in de standaarduitvoering 70 mA schakelen. De herhalingsonnauwkeurigheid is 2%.

Inl.: Van Vliet-Pijnacker BV, postbus 65, 2640 AB Pijnacker (01736) 4958.

U KIEST DE HOST
WIJ BIEDEN U DE TOOLS!



De keuze van de Hostcomputer voor mikrocomputer software ontwikkeling wordt bepaald door komplexiteit van/en budget voor het projekt. Heeft die keuze plaatsgevonden dan is het vinden van de juiste tools nu sterk vereenvoudigd. Intel ontwikkelgereedschappen werken nu op de IBM-PC AT/XT en gelijksoortigen, VAX computers van Digital, de Intel 286/310 Supermikro en natuurlijk op ons geavanceerde Series-IV Ontwikkelsysteem.



Dit betekent

bijvoorbeeld dat onze I²ICE In-Circuit-Emulator werkt op de IBM-PC AT. Of dat onze Compilers draaien op uw VAX computer. Dit geeft U grote flexibiliteit in de ontwikkeling van uw nieuwe produkten en maximalizering van uw engineering produktiviteit.
U start **bijvoorbeeld** een ontwerp met de Intel 80186 High Integration Micro-processor. Hiervoor is beschikbaar de TargetSCOPE 186, ons nieuwe, laaggeprijsde software debug tool, dat in uw targetsysteem werkt.
Omdat TSCOPE 186 debugging op high-level taalnivo mogelijk maakt, is assemblernivo debugging nu verleden tijd.

Voor debugging

van uw applikatie programma is er de HLL debugger PSCOPE die de zaak klaart op één diskette. Kiest U voor snelle en geïntegreerde hardware- en software 'bugkilling', dan is het alternatief I²ICE de sterkste oplossing. Maar er is meer. Intel compilers, high-level talen en editors omvatten de meest komplete en geïntegreerde set van software ontwikkelingsgereedschappen momenteel verkrijgbaar.

De hele reeks

gereedschappen zijn nu beschikbaar op de host naar uw keuze. Als afsluiter zorgen onze OpenNET en NDS-II netwerken dat al deze tools in een geïntegreerd en produktief geheel zijn te koppelen.
Koppel uw computerkeuze voor projektontwikkeling met de keuze voor Intel tools en Intel mikroprocessors. Een beter alternatief voor het optimalizeren van deze 3 faktoren vindt U niet snel.

intel

Vul de bon in voor meer informatie.

BON voor informatie over tools en microprocessors

Naam :
Bedrijf :
Afdeling :
Adres :
Postkode :
Plaats :
Telefoon :

85A315

Bon naar Intel Semiconductor (Ned) B.V.
Antwoordnummer 3240
3000 BW ROTTERDAM

Een postzegel is niet nodig.

☐ **Intel Semiconductor (Ned) B.V.**
ROTTERDAM
010-212377

☐ **Intel Corporation S.A.**
BRUSSEL
02-6610711

☐ **Koning en Hartman Elektrotechniek BV**
DELFT
015-609906

☐ **Inelco N.V.**
BRUSSEL
02-2160160

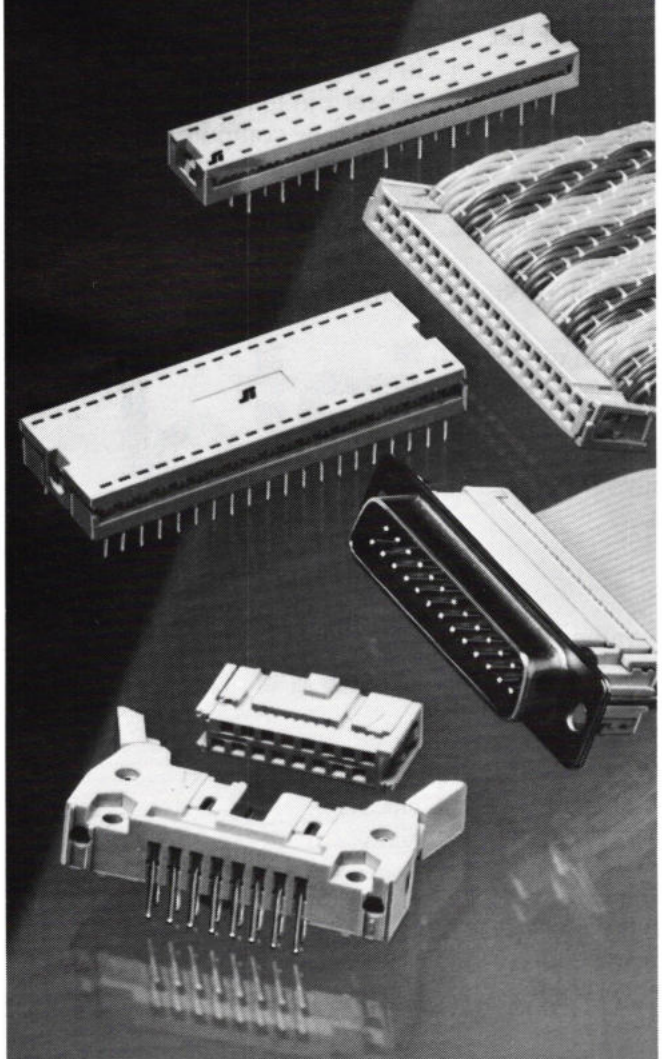
Souriau I.D.C. Connectoren
– Kompleet Programma
– Kwaliteitsprodukten
– Uit Voorraad Leverbaar

Souriau heeft een compleet programma I.D.C. connectoren bestaande uit, headers, sockets, DIP, PCB, DIN 41612 en Sub-D connectoren.

Deze series IDC connectoren voldoen aan internationale normen en geven daarmee een waarborg voor kwaliteit en uitwisselbaarheid.

Een ideale kombinatie met Filotex rubavyl kabel voor 100% betrouwbaarheid.

Voor de juiste verbinding



SOURIAU
Technisch de beste

S.E.B. Souriau Kanaalweg 25-27 Postbus 174 2900 AD Capelle a/d Ussel
Tel. 010-501322 Fax. 585467 Tlx.24050

CANNON

Wij leveren de volgende connectorseries uit voorraad:

D-Sub Miniature connectoren
Soldeer, krimp, wire wrap en dipsoldeer (Zowel haaks als recht) uitvoeringen, maar nu ook in de low-cost uitvoeringen; met 9-15-25-37 en 50 contacten en diverse combinatie lay-outs met coax, hihg voltage en high power).

Nieuw in de D-Sub Miniature range
Monolithic Filter connectors volgens Mil-C-24308. Contactaantallen 9 t/m 37.

D-Sub Miniatuur behuizingen
Plastic, rechte en haakse kabeluitvoer, metalen kappen; in diverse uitvoeringen en vergrendelingen (Schuif, schroef of snap-in).

Nieuw in het programma
De „*Click-in*" Kap; speciaal voor de commerciële en computer markt. Materiaal van vlamdovend thermoplastic volgens UL94VO.

EMI Veilige Kap met afscherming in drie maten beschikbaar; DA (15 polig), DB (25 polig) en DC (37 polig).

Audio connectoren
De enige echte CANNON-XLR, heet nu AXR, en is leverbaar in 3 t/m 7 contacten. Tevens een uitvoering geschikt voor netvoeding (LNE)

Bandkabel connectoren
De nieuwe G80 serie van ITT Cannon biedt Speedy I.D.C. connectors en headers. Leverbaar in acht standaard uitvoeringen met 10 tot 50 contacten.
Connectors voldoen aan de afmetingen en karakteristieken van de specificaties DIN-41651, Mil-C-85303, BS9525 en BPO-D-2632.

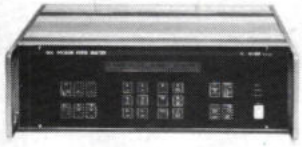
Speedy-D-connectoren
Eigenschappen: ruimtebesparend door geringe hoogte, metalen behuizing, leverbaar met 9-15-25 of 37 contacten. Vlamdovend isolatiemateriaal volgens UL94VO.

„Wilt u meer weten, een brochure en/of prijslijst ontvangen, materiaal bestellen?" Bel dan onze doorkiesnummers 400.(767) of (769).

avio-diepen bv
vliegveld ypenburg rijswijk (z-h)
tel 070-400922 telex 32030

VERMOGENANALYSATOR

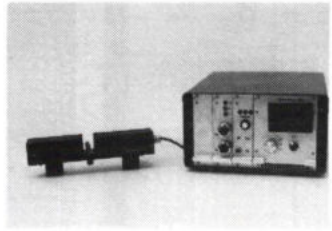
De *104A Precision Power Analyzer* van *Infratek* meet en berekent 14 grootheden uit spanning en stroom in een frequentiebereik van 0 ... 200 kHz. De ingangen voor spanning en stroom zijn galvanisch gescheiden. Deze twee grootheden worden afzonderlijk door middel van omzetters gemeten. De gemeten grootheden zijn direct af te lezen op het display maar worden ook gebruikt voor het bepalen van de grootheden W, VA, |VAR|, PF, Wh, Ah, |Z| en ReZ. De onnauwkeurigheid bedraagt 0,1%. Het instellen van de meetbereiken kan met de hand of automatisch plaatsvinden. Op het display zijn tegelijk vier grootheden af te lezen, die door middel van toetsen op het frontpaneel zijn te kiezen. Transiëntvermogen kan met 20 metingen in instelbare tijdintervallen tussen 0,1 ... 0,4 s worden gemeten en opgeslagen in een geheugen. Het instrument heeft een IEEE488-interface en een aansluitmogelijkheid voor een recorder.



Inl.: Ohmtronics, Dr. Hub van Doorneweg 99b, 5026 RB Tilburg (013) 670021.

CONTACTLOZE SCHUIFMAAT

De West-Duitse fabrikant *Dr. W. Schulz Messtechnik GmbH* maakt nauwkeurige contactloze optische meetapparatuur voor het bepalen van dikte, afstand en diameter. Een compleet meetsysteem bestaat uit een of meer meetsonden en een signaalconditionerings- en display-eenheid.



Het meetprincipe van de contactloze meetapparatuur voor dikte en afstand is gebaseerd op een driehoeksmeting met behulp van infrarood licht. Het licht van een gepulste IR-LED wordt via een optiek op het materiaal gericht. De lichtspot op het materiaal wordt diffuus weerkaatst en via een tweede optiek op een lichtgevoelige, analoge tweedimensionale sensor geprojecteerd. Uit de plaats waar de lichtspot op de sensor valt, is de dikte of afstand af te leiden. De meetsonden zijn verkrijgbaar in meetbereiken van 10 ... 150 mm met een meetonnauwkeurigheid tussen ±0,3 ... 1,0%.

De werking van de contactloze diameterbepalingsapparatuur berust op onderbreking van een parallelle, infrarode lichtbundel. De meetbereiken van deze meetsonden zijn 2, 5, 10, 20 en 30 mm. De onnauwkeurigheid bedraagt ±0,1 ... 0,2%.

De bijbehorende uitleesinstrumenten zijn voorzien van een display en een analoge uitgang. Tevens kunnen de nominale waarden en toleranties worden ingevoerd, waarna bij overschrijding hiervan uitgangsrelais worden geactiveerd. Optioneel is een BCD-uitgang leverbaar.

Inl.: Difa Benelux BV, Heerbaan 222, 4817 NL Breda (076) 710144.

TEMPERATUURMETERS

Pantec introduceert een familie temperatuurmeters. Deze 'hand held'-temperatuurmeters kenmerken zich door het systeem van uitwisselbare sensoren met een stekkerverbinding. Door toepassing van industriële sensoren zijn deze meetinstrumenten geschikt voor het meten in lucht, gas en vloeistoffen en aan oppervlakken. De temperatuursensoren hebben een snelle reactietijd vanaf 2,3 s.

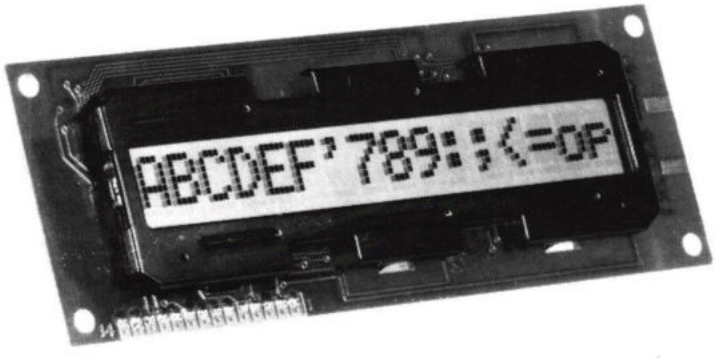
De digitale temperatuurmeter model *PTM100* heeft een meetbereik van –50 ... +150°C. De resolutie is 0,1°C en de onnauwkeurigheid ±0,2°C. De uitlezing geschiedt met een 3,5-digit LCD.

De digitale temperatuurmeter model *PTM8000* heeft een meetbereik van –50 ... +200°C en een van +200 ... +1100°C. Deze meetbereiken worden automatisch omgeschakeld. De onnauwkeurigheid bedraagt: (–50 ... +200°C) ±0,3% + 0,5°C, (+200 ... +500°C) ±0,5% + 1°C en (+500 ... +1100°C) ±1% + 1°C.

Beide temperatuurmeters geven een indicatie als de batterijspanning (9 V) te laag wordt. De afmetingen zijn 150 × 80 × 30 mm. De stootvaste behuizing is gemaakt van ABS-kunststof. Een koffertje voor de PTM100/8000 is als extra leverbaar.

Inl.: Carlo Gavazzi-Praxis BV, Willem Barentszstraat 1-5, 2315 TZ Leiden (071) 217014. ▷

LCD MODULEN - (ALPHA)NUMERIEK - GRAFISCH



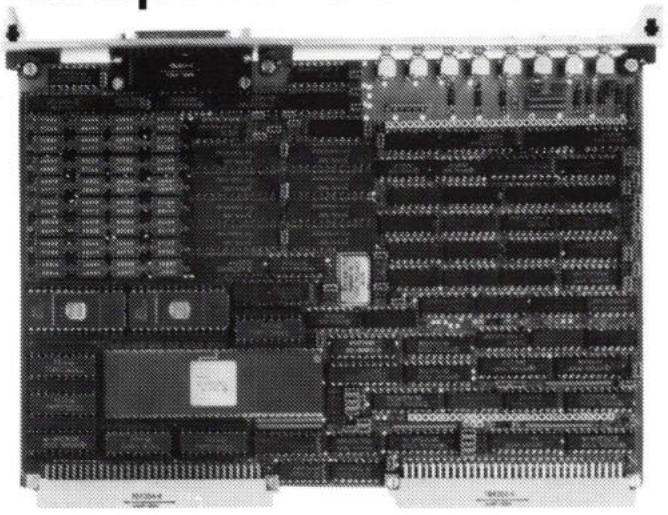
- Nu ruim 700 typen LCD modulen als DVM, timer, klok, teller, BCD-in, frequentie.
- In o.a. 3½-4-4½-8 digits, alphanumeriek in een en meerregels en teken per regel.
- Diverse typen voor uP aansluiting. Ook typen met BCD uitgang, enz.
- Cijferhoogten 9, 13, 18, 25 en tot 100 mm.
- Verlichting en verhoogd temperatuurbereik
- Typen voor diverse voedingsspanningen.
- Zeer kontrastrijk glasdisplay.
- Praktisch inbouwraam (inbegrepen) geeft een zeer fraai uiterlijk.

PEDAK® *eksklusiviteiten!*

Postbus 7095 - 5980 AB PANNINGEN
Tel: 04760 - 2685 - Telex: 58806 pedak nl

MicroSys

VMEbus GRC 01/02
Graphic Controller



Gebaseerd op de Hitachi **HD 63484 ACRTC** met "on chip intelligence" biedt de gloednieuwe **VMEbus Graphic Controller** van **MicroSys GmbH** de volgende kenmerken:

- tot 2 MB DRAM
- 1280 x 1024 pixels resolutie
- een snelheid van 2 mln pixels/sec en 16 kleuren
- Er zijn 23 grafische commando's geïntegreerd waaronder cirkel, ellips, boog en rechthoek, terwijl er via de P2 konnektor 32 Bit interface beschikbaar is.

Enkele overige kenmerken van deze MicroSys Graphic Controller zijn:
planes/ zoom/overlay/ RS 170/ RS 343 A/ RGB output en light pen input.

Deze Graphic Controller maakt deel uit van een zich snel uitbreidende familie VME modulen en systemen zoals CPU's, geheugenkaarten, I/O kaarten, backpanels, racks, power supply units en ontwikkelsystemen.

Voor alle inlichtingen over de nieuwe Graphic Controller of de andere MicroSys VME produkten

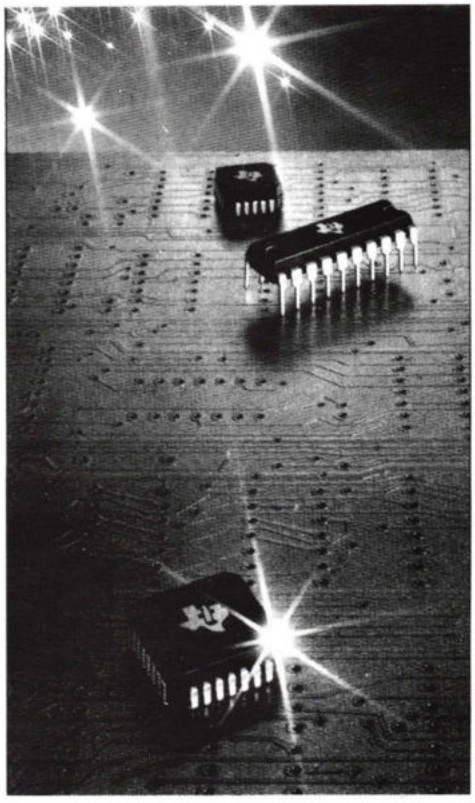
B.V. Technische Handelsonderneming

M. Seher & Co

Capelle a/d IJssel Telefoon 010 - 50 92 55*

Diode, Hollantlaan 22, 3526 AM Utrecht, Tel.: (030) 884214

Linears van Texas Instruments



Bifets, Amplifiers, Comparators, Line Circuits, Peripheral Drivers, Display Drivers, Voltage Regulators, Special Functions; allemaal linears van Texas Instruments.

En let eens op de snel groeiende LinCMOS range met single, dual en quad CMOS Op Amps.

De linears van Texas Instruments zijn leverbaar in vele versies, waaronder Surface Mounting Devices.

Bij Diode uit voorraad!

Bij Diode natuurlijk!

DIODE

ITT CANNON

nu zelf in nederland

ITT CANNON, sinds 1915 fabrikant van connectoren en interconnectiesystemen, steunt op een wereldwijde organisatie. In 10 produktiebedrijven, verspreid over vier continenten, worden voortdurend nieuwe produkten en technieken ontwikkeld.

ITT CANNON produkten vinden hun toepassing in de lucht- en ruimtevaart, telecommunicatie, computers, professionele recorders en instrumenten, produktieapparatuur, voertuigen, etc.

ITT CANNON heeft nu een eigen verkoopkantoor in Oosterhout. De functie van distributeur zal, zoals in het verleden, door Avio-Diepen worden verzorgd.

Een dokumentatie over het complete leveringsprogramma van ITT CANNON Nederland is gratis te verkrijgen bij:

ITT CANNON Nederland

Meerpaal 12A, 4904 SK Oosterhout Postbus 212, 4900 AE Oosterhout
Tel.: 01620-52944, TLX.: 54918

De doorbraak voor Eprom Programmers

Gang Programmer De voordeligste Eprom-Copier

- ☐ Programmeert 2716 t/m 27256, 2532, 2564, EEproms & CMOS
- ☐ Funkties software instelbaar; geen extra modules
- ☐ Handige funkties als: Fast Progr., Checksum, Type Conversie (b.v. Master = 2716, Kopie = 27256), Overstr. beveiliging, etc.
- ☐ Compact model

1195,-

Eprom Programmer 2, universeel

- ☐ Aansluitbaar op parallel Centr. poort
- ☐ Gebruiksvriendelijke software voor: Fast Progr., Verify, Read, Edit,dump, Change Epromtype etc.
- ☐ Startklare software voor: MS-DOS, CP/M, BBC, Apple II, MSX, 68000, CBM64 etc.
- ☐ Programmeert 2716 t/m 27256, EEproms & CMOS

349,-

software 75,-

Eprom wisser

- ☐ Voor max. 4 Eproms
- ☐ Gemonteerd in lichtdicht, compact kastje

109,75

Eprom Emulator

- ☐ Emuleert 2716, 2732 en 2764, incl. Write Protectie
- ☐ Eenvoudig te bedienen, d.m.v. drukknoppen

495,-

ZERO ELECTRONICS
Nikkelstraat 39,
2984 AM Ridderkerk
Tel. 01804-30233 · Tlx. 62058 Zero NL.

Stuur informatie over
☐ ☐ Eprom-produkten uit adv
Low-Cost ontw. syst.
☐ ☐ Printer Buffer + Schakel

Naam
Adres
Woonpl.
Tel.

seeq

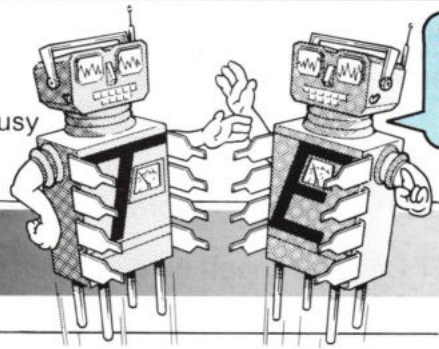
Veelzijdig in EEROM's

16K (2K x 8) versies

Device Type	Features						
	21 Volt Operation	5 Volt Operation	Latches Only	Latches and Timers	Access Time Faster Than 350 ns	Write Time Faster Than 10 ms	Endurance Higher Than 10,000 Cycles
SEEQ 53B13	x	x	x		x	x	
SEEQ 2816A	x	x		x	x	x	
SEEQ 5516A	x	x		x	x	x	x
SEEQ 2817A		x		x	x	x	
SEEQ 5517A		x		x	x	x	x

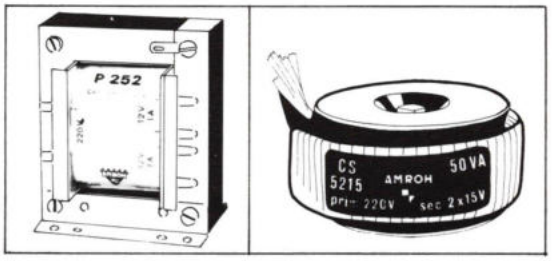
64K (8K x 8) versies

52B33 (met latches)
28C64 (met latches, timer en pin 1 = ready/busy



TECHMATION ELECTRONICS B.V.
Postbus 9, 4175 ZG Haaften Tel.: 04189-2222

óók voor transformatoren



Ook in het brede assortiment transformatoren bewijst Amroh z'n klasse. Om er maar een paar te noemen:

* ingegoten trafo's voor print- en chassismontage (van 1,5 VA tot 24 VA)
* voedingstrafo's
* ringkerntrafo's
* regeltrafo's
* aanpassingstrafo's

Alleen al voor dit programma zijn heel wat bedrijven tot vaste Amroh-klanten getransformeerd. Vraag de dokumentatie.

AMROH

Aktueel in industriële aktiviteiten

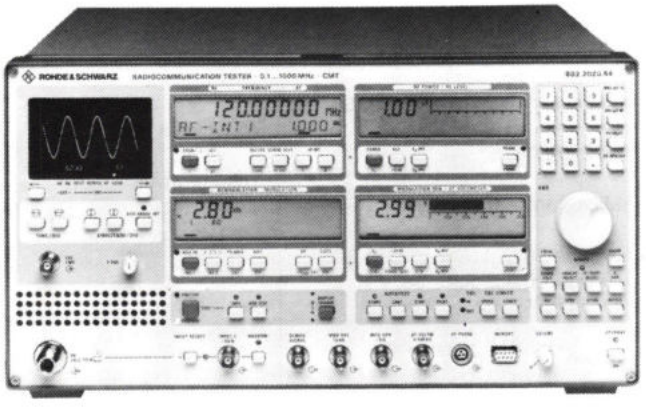
Postbus 4 • 1398 ZG Muiden
Tel. 02942 - 1951* telex 15171

Rohde & Schwarz met nieuwe radiocommunicatie tester

SPECIAAL VOOR SERVICE

Een compacte draagbare SERVICEMEETPLAATS voor alle benodigde metingen t.b.v. FM, φM en AM tranceivers. Uitstekend geschikt voor mobielgebruik gezien het lage gewicht en batterij voeding. In het bijzonder is gelet op eenvoud van bediening, d.m.v. EEN DRUK OP DE KNOP verschijnt het resultaat van o.a. S/N-, SINAD-, nab.kanaals verm.-, squelch-treshold-, hysteresismetingen enz. Autorun-control met 20 tot 100 meetprogramma's met kalibratielimieten, wacht- en stoploops t.b.v. handbediende afregeling.

- **Transfer memory;** **extern geheugen voor reproduceerbaarheid van meetprotokollen**
- **Nabuurkanaal vermogensmeting (80 dB)**
- **Twee-toon (de)modulatie (2 LF-gen.)**
- **DTMF coder/decoder**
- **Selective Call,** **volgens standaard of special call tot 15 tonen (analyse van o.a. frequentie- en pauze-afwijkingen)**
- **Duplex modulatiemeter** **onafhankelijk van ingebouwde HF-generator (t.b.v. relais-metingen)**
- **HF-millivoltmeter 10 kHz... 2 GHz**
- **IEC/IEEE-bus**



Kortom een SERVICE-meetinstrument gebaseerd op de huidige en in de toekomst te verwerken vastgestelde meetnormen t.b.v. tranceivers, portofoons, pagers, mobilofoons, autotelefoons, enz., waarbij EENVOUD, FLEXABILITEIT en REPRODUCEERBAARHEID centraal staan.

ROHDE&SCHWARZ NEDERLAND B.V.

Postbus 233,
3600 AE Maarssen,
Telefoon 03465-60324

VERVOLG

LOGICA-ANALYSATOR IN KLEUR

De serie logica-analysatoren *Tektronix 1200* is nu verkrijgbaar in kleurenuitvoering. De *Logic Analyzer 1241* is gebaseerd op het eerder uitgebrachte model 1240. De 1241 combineert een gepatenteerde *'liquid crystal color shutter'* met een monochroom beeldscherm met hoge resolutie, waardoor een haarscherp en helder beeld ontstaat. Deze analysator beschikt tevens over een verticale versterker die het mogelijk maakt, de hoogte van een timing-diagram te verdubbelen. Het kleurenscherm geeft de meest relevante informatie extra opvallend weer. Bovendien worden afwijkingen gemakkelijker opgemerkt, waardoor snellere en nauwkeurige analyse van complexe data mogelijk is.

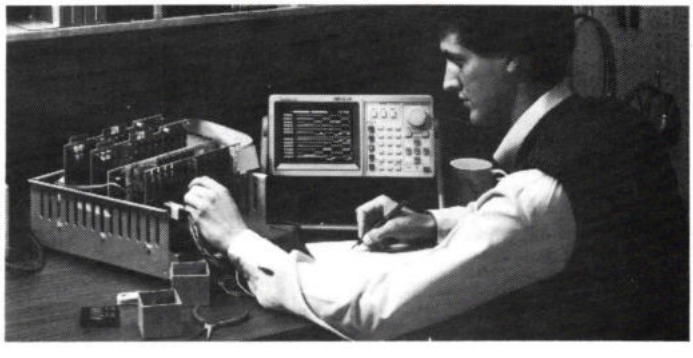
De 'liquid crystal color shutter' berust op de combinatie van vloeistofkristal- en CRT-technologieën en biedt een opvallend hoge resolutie. Dit maakt hem bijzonder geschikt voor het 18-cm beeldscherm van de 1241. Het contrast is uitstekend, zelfs bij veel omgevingslicht. Het kleurenbeeldscherm beschikt over ingebouwde convergentie, heeft een extra grote beeldopper-vlakte en een compacte en robuuste constructie.

Een belangrijk voordeel van de analysatoren is dat ze draagbaar zijn. Dat maakte echter wel de toepassing van een 18-cm beeldscherm noodzakelijk. Om het aflezen van data en het vaststellen van fouten te vereenvoudigen, beschikt de 1241 over een verticale versterker, die de hoogte van timing-diagrammen kan verdubbelen. Na het instellen van parameters, zoals glitchdetectie of accentueren door 'highlighting', behoeft de gebruiker slechts de verticale versterker in te schakelen om op een leeggemaakt beeldscherm de timing-diagrammen met dubbele hoogte te laten afbeelden. Desgewenst kan de gebruiker steeds afwisselen tussen afbeelden met normale en met dubbele hoogte.

Dankzij het gebruik van kleuren kunnen de krachtige voorzieningen van de 1200-serie nu nog eenvoudiger en effectiever worden benut. De dubbele tijdbasis van de 1241 geeft bijvoorbeeld een nauwkeurig beeld van 'real time'-interacties tussen twee modulen met afzonderlijke klokken. Door het gebruik van kleuren is het bijzonder eenvoudig de relaties tussen twee processoren of tussen de hardware en de software te observeren.
Door het combineren van de dubbele tijdbasis met de 'high resolution' 10-ns timing is de 1241 geschikt voor de analyse van complete systemen. Veertien niveaus van voorwaardelijk triggeren plus het beoordelen van de data/programmastroom helpen bij het lokaliseren van software-problemen. Met behulp van 'counters', 'timers' en 'duration'-filters zijn hardwareproblemen snel en eenvoudig op te sporen. De gebruiker kan kiezen uit vier verschillende bedieningsniveaus; een hoger niveau geeft steeds meer mogelijkheden. Het aanraakbeeldscherm van de 1241 biedt een keuze uit meer dan 50 hogere commando's. Met behulp van een grote knop op het frontpaneel kan het beeld geleidelijk en zonder flikkeringen worden „gescrolled".

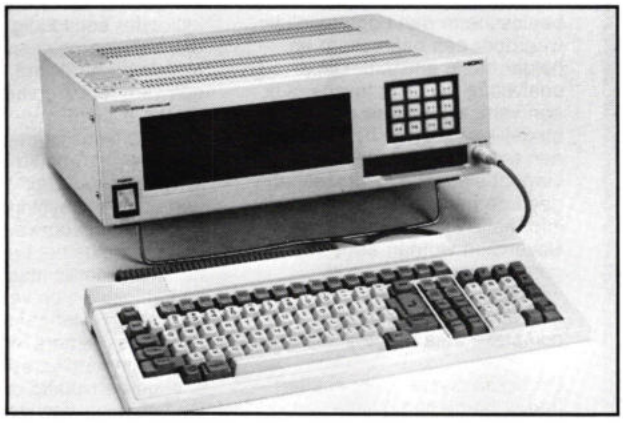
De 1241 ondersteunt alle gangbare microprocessoren en omvat drie typen disassamblers. Met veertien combinaties van 9- of 18-kanaals ingangsprinten kan de gebruiker een door hem gewenste databreedte kiezen tot 72 kanalen, de geheugendiepte uitbreiden tot 2 K en de bemonsteringsnelheid tot 100 MHz. Bovendien biedt de 1241 optionele *'ROM-packs'* voor data-analyse, *'COMM-packs'* voor RS232- en GPIB-communicatie en een 64-K *'RAM-pack'* voor acht maal de standaard hoeveelheid massageheugen. Ook kunnen printers worden aangesloten en is (via modems) teleservicing mogelijk tussen twee 1241-analysatoren.

Inl.: Tektronix Holland NV, postbus 226, 2130 AE Hoofddorp (02503) 13300.



NIEUW HIOKI 2500 systeem controller

Voor flexibele kommunikatie tussen multimeters, printers, plotters, kalibratoren en power meters.



- Gebruikte taal.:
  - — Basic (voor meting + controle)
  - — EMCOS (vereenvoudigde interaktieve taal)
- Z 80 A CPU
- 16 kB ROM/64 kB RAM
- 128 kB extern bubble geheugen
- LCD-uitlezing 128 × 480 dot
- ASCII-keyboard
- Interfaces:
  - — GP - IB
  - — RS 232 C
  - — Centronics
- I/0 interface opties: parallel, digitaal en analoog
- Hioki instrumenten met GP - IB:
  - — 7051 programmeerbare voeding
  - — 3223 digitale multimeter
  - — 8401 X-Y plotter
  - — 3184/85-01 digitale power meters

hartogs

BV Ingenieursbureau voor Electrotechniek ir. I. Hartogs

afd. MEETTECHNIEK

Strevelsweg 700/603, 3083 AS Rotterdam. Tel. (010) 81 78 33.
Telex 28925.

ADVERTEERDERSINDEX

Belangrijke telefoonnummers
Advertentiereserveringen:
H. Smienk05700-91471
Materiaal: 05700-91693
Aanvragen bewijsnummers:
05700-91478
Vragen over betalingen:
05700-91484

Advertising representatives
Mr. Piergeorgio Saluti
Wayne Green International,
Peterborough, NH 03458
USA
(603)924-9471

Mr. John Rayment
c/o F. A. Smyth & Associates Ltd.
23A Aylmer Parade,
London N2 OPQ
United Kingdom
(01)3405058

ACT 78
Air Parts 54
Amroh 96
Analog Devices 60
APR 70
Avio Diepen 28, 92
AVT 64

Bodamer 28
Bourns 80
Brutech Electronics 22
De Buizerd Electronica 28
Burr Brown 66

Carlo Gavazzi Omron 5
Carlo Gavazzi Pantec 68

El-Contronic O-2
Elincom 68, 86
Elproma 5

Dice 84
Diode 94
Distec 88
Doram Electronics 36
Dugras 78

Figroen 56

Ing. Bur. Hartogs 98
Hewlett Packard 4, 46
Hewlett Packard (bijsluiter)

ITT 19, 26, 56, 96

Keithley Instruments 70
Klaasing Electronics 24, 64, O-4
Klees Electronics 68
Koning en Hartman 32, 74, 90, 91, O-3
KTT 16, 78

Microtronica 97

Nenafa 30
Newport Electronics 30, 70
Nicolet 27

Pedak 93

v. Reijsen Elektronika 84
Ripa Electronics 30
Rodelco 54
Rohde & Schwarz 95
CN Rood 36

SEB Souriau 22, 92
Seher & Co 94
Simac Electronics 40, 56

Technical Tools 20
Technology Circuit 36
Techmation Electronics 19, 80, 88, 96
Tekelec Airtronic 20
Tektronix 42, 52
Tetraco 86

Union Carbide

Vitronic 43
Vogels 86
V&N Electronics 26

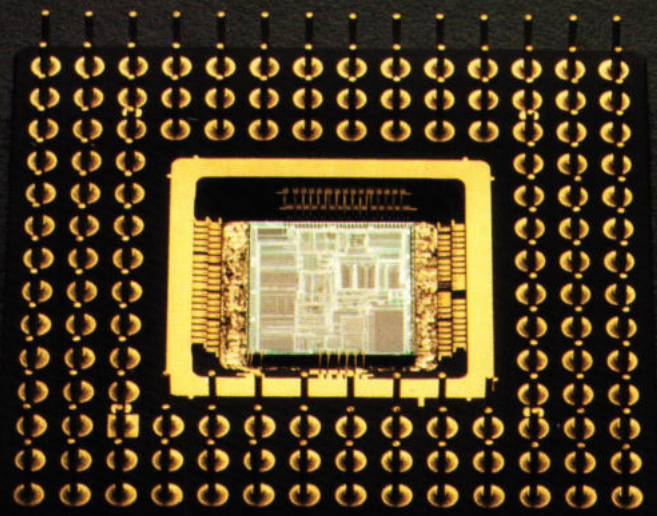
Weidmüller 38

Yokogawa 18

Zero 26

Advertentie-opdrachten worden uitgevoerd overeenkomstig onze leveringsvoorwaarden, gedeponeerd ter Griffie van de Arrondissementsrechtbanken en de Kamers van Koophandel.

A BORN WINNER de 80386



Intel introduceert de 80386, een 32-bit processor die alles in zich heeft een wereldstandaard te zijn.
De 80386 heeft ingebakken faciliteiten om bijvoorbeeld UNIX* engineering programma's, MS-DOS* tekstverwerking en iRMX real-time toepassingen te verwerken. Allemaal tegelijk.
Op één en hetzelfde systeem. Op dezelfde chip.
Alle software geschreven voor deze standaard operating systemen is dus direkt beschikbaar voor de 80386 gebruiker.

Door toepassing van high performance CHMOS-III technologie waardoor 275.000 transistoren op een chip zijn samengeperst, biedt de 80386 een aantal unieke eigenschappen. Zoals een high-performance bus waardoor een off-chip cache van onbeperkte grootte in 2 clock cycles behandeld kan worden.
Verder on-chip pipelined memory management waardoor snelheids-belemmerende wait-states tot het verleden behoren.

Ook laat deze Memory Management Unit U een onbeperkt aantal 4 gigabyte grote segmenten van de 80386 gebruiken. Elk segment op zich is groot genoeg om de totale adresruime van andere mikro's te bevatten.
Om het bovenstaande flexibel en effektief te gebruiken biedt de 80386 on-chip paging voor optimaal memory management.

Als ideale oplossing

voor high resolution grafics en real-time gebruik, beschikt de 80386 over een zogenaamde barrel shifter. Dit resulteert in supersnelle bit manipulatie, vermenigvuldig- en deel-instrukties. De genoemde karakteristieken maken de 80386 een processor die elke ander mikro met een faktor twee klopt.

Met de 80386

biedt Intel niet zo maar een 32-bit processor, maar een komplete produktfamilie.
Dit inklusief geavanceerde coprocessors, peripherals, development tools en bijbehorende software. Daarnaast zijn er 80386 gebaseerde MULTIBUS-I en MULTIBUS-II architekturen. Alles ontworpen om in een open systeem omgeving te funktioneren.

Het uitkijken naar de juiste processor voor 32-bit applikaties is voorbij.
De 80386 is gearriveerd.

Vul de bon in voor meer informatie.

intel

BON voor informatie over de 80386, 32 bit processor

Naam :
Bedrijf :
Afdeling :
Adres :
Postkode :
Plaats :
Telefoon :

85A310

Bon naar Intel Semiconductor (Ned) B.V.
Antwoordnummer 3240
3000 BW ROTTERDAM

Een postzegel is niet nodig.

☐ **Intel Semiconductor (Ned) B.V.**
ROTTERDAM
010-212377

☐ **Intel Corporation S.A.**
BRUSSEL
02-6610711

☐ **Koning en Hartman Elektrotechniek BV**
DELFT
015-609906

☐ **Inelco N.V.**
BRUSSEL
02-2160160

MEETINSTRUMENTEN

- Analoge en digitale multimeters
- Funktiegeneratoren
- Frekwentietellers
- Oscilloscopen
- Laboratoriumvoedingen
- Stroomtangen
- Watt/Ampèremeters
- Tachometers

- Logic analysers
- Oscilloscoop multiplexers
- Kapaciteitsmeters
- Temperatuurprobes
- Soldeerapparatuur
- Floppy disc drives
- Eprom programmers
- Eprom erasers
- Printers/plotters
- Experimenteerborden

KLAASING ELECTRONICS B.V. BENELUXWEG 27, 4904 SJ OOSTERHOUT, TEL.: 01620 - 81600, DOORKIESNUMMER 81622, TELEX: 54598 KL OH NL.